# Étude environnementale n° 29

# Le climat du nord-ouest de la mer de Baffin et du détroit de Lancaster

Programme des affaires du Nord

D.B. Fraser

Publié avec l'autorisation de
l'hon. John C. Munro, c.p., député,
ministre des Affaires indiennes
et du Nord canadien,
Ottawa, 1983.

QS-8323-000-FF-A1
N° de catalogue: R71-19/29-1983F
ISBN 0-662-91958-0

This publication is also available in English under the title:
Environmental Studies No. 29
*Climate of Northwestern Baffin Bay and Lancaster Sound*

©
Ministre des Approvisionnements et services Canada

Le présent rapport a été préparé pour le compte de Petro-Canada dans le cadre du Programme d'études sur l'environnement marin de l'Arctique de l'Est (EEMAE). Les idées, conclusions et recommandations qu'il renferme sont celles de l'auteur et n'engagent pas nécessairement Petro-Canada ou le Ministère.

Contribution canadienne au Programme de l'Unesco sur l'Homme et la biosphère (HEB).

## REMERCIEMENTS

L'auteur désire exprimer sa reconnaissance aux personnes suivantes:

M. B. Janz pour ses nombreuses recommandations lors de la lecture des versions provisoires de ce rapport.

M. W.C. Thompson pour avoir élaboré le mandat de l'auteur et pour ses critiques constructives au cours de cette recherche.

M. H.P. Wilson pour ses précieuses indications bibliographiques concernant la région étudiée.

# TABLE DES MATIÈRES


| | | Page |
|---|---|---|
| REMERCIEMENTS | | i |
| LISTE DES FIGURES | | v |
| LISTE DES TABLEAUX | | viii |
| RÉSUMÉ | | 1 |
| AVANT-PROPOS | | 3 |
| 1.0 | INTRODUCTION | 4 |
| 2.0 | ZONE A L'ÉTUDE | 7 |
| 2.1 | Situation | 7 |
| 2.2 | Description de la région | 7 |
| 2.2.1 | Relief | 7 |
| 2.2.2 | Surface de la mer | 7 |
| 3.0 | SOURCES DES DONNÉES ET ANALYSES | 11 |
| 3.1 | Données observées | 11 |
| 3.1.1. | Observations maritimes | 11 |
| 3.1.2 | Données provenant des stations terrestres | 15 |
| 3.1.3 | Observations de Petro-Canada | 15 |
| 3.1.4 | Autres observations | 17 |
| 3.2 | Données synthétiques | 17 |
| 3.3 | Evaluation des sources de données | 18 |
| 3.3.1 | Observations maritimes | 18 |
| 3.3.2 | Stations terrestres | 18 |
| 3.3.3 | Données synthétiques | 18 |
| 3.4 | Analyses | 19 |
| 3.4.1 | Analyses du climat normal | 19 |
| 3.4.1.1 | Méthode de Maxwell | 19 |
| 3.4.1.2 | Méthode de Duck | 20 |
| 3.4.1.3 | Méthode de Thomson et Vickers | 20 |
| 3.4.1.4 | Méthode de Lachapelle | 21 |
| 3.4.1.5 | Autres études | 22 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4.0 | RÉGULATEURS DU CLIMAT | | 23 |
| | 4.1 | Rayonnement | 23 |
| | 4.2 | Circulation atmosphérique | 23 |
| | 4.3 | Effets du relief | 25 |
| | 4.4 | Effets de la surface sous-jacente | 25 |
| 5.0 | PRESSION ET VENT | | 27 |
| | 5.1 | Pression | 27 |
| | | 5.1.1 Relation pression-vent | 27 |
| | | 5.1.2 Pressions moyennes | 28 |
| | 5.2 | Direction du vent | 28 |
| | 5.3 | Vitesse du vent | 40 |
| | 5.4 | Durée des vents | 42 |
| | 5.5 | Vents extrêmes | 44 |
| 6.0 | TEMPÉRATURE DE L'AIR | | 47 |
| | 6.1 | Températures moyennes de l'air | 47 |
| | 6.2 | Températures extrêmes de l'air | 51 |
| | 6.3 | Refroidissement éolien | 51 |
| 7.0 | ÉTAT DE LA MER | | 61 |
| | 7.1 | Vagues de vent | 61 |
| | | 7.1.1 Analyse de Maxwell | 61 |
| | | 7.1.2 Analyse de Duck | 61 |
| | | 7.1.3 Analyse de Thomson-Vickers | 61 |
| | | 7.1.4 Lachapelle (1980) | 64 |
| | | 7.1.5 Discussion | 64 |
| | 7.2 | Houle | 66 |
| 8.0 | GIVRAGE DES CHARPENTES | | 67 |
| | 8.1 | Méthode | 67 |
| | 8.2 | Discussion | 69 |
| 9.0 | NUAGES, PLAFONDS ET VISIBILITÉ, GIVRAGE DES AÉRONEFS ET PRÉCIPITATIONS | | 72 |
| | 9.1 | Nuages | 72 |
| | 9.2 | Plafonds et visibilité | 74 |
| | 9.3 | Givrage des aéronefs | 77 |
| | 9.4 | Précipitations | 80 |

10.0 CLIMATOLOGIE SYNOPTIQUE ET PERTURBATIONS EXTRÊMES 82
10.1 Climatologie synoptique 82
10.2 Types de perturbations 85
10.2.1 Pertubations de type A 85
10.2.2 Perturbations de type B 85
10.2.3 Perturbations de type C 89
10.2.4 Perturbations de type D 89
10.3 Fréquence des perturbations 96
10.4 Perturbations extrêmes 96
10.4.1 La tempête vi lente des 23-25 novembre 1976 (types A et D) 99
10.4.1.1 Extrêmes météorologiques 99
10.4.2 La tempête violente des 25-27 septembre 1974 (type B) 100
10.4.2.1 Extrêmes météorologiques 100

11.0 POTENTIEL DE POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE ET DE VARIATIONS CLIMATIQUES 101
11.1 Potentiel de pollution atmosphérique 101
11.2 Changements climatiques 101

12.0 RÉFÉRENCES 103

## LISTE DES FIGURES


| | | Page |
|---|---|---|
| 1.1 | Zone à l'étude, emplacements prévus des travaux de forage, relief et points de référence | 5 |
| 2.1 | Zones à l'étude et points de référence des études météorologiques de la mer de Baffin et du détroit de Lancaster | 8 |
| 2.2 | Extension mensuelle moyenne des Eaux Nord | 10 |
| 3.1 | Stations d'observation temporaires | 16 |
| 4.1 | Valeurs observées du rayonnement quotidien moyen à Resolute A (1970-1976) | 24 |
| 5.1 | Pression moyenne au niveau de la mer et roses des vents en janvier | 29 |
| 5.2 | Pression moyenne au niveau de la mer et roses des vents en avril | 30 |
| 5.3 | Pression moyenne au niveau de la mer, roses des vents et vents dominants en juillet | 31 |
| 5.4 | Pression moyenne au niveau de la mer, roses des vents et vents dominants en août | 32 |
| 5.5 | Pression moyenne au niveau de la mer, roses des vents et vents dominants en septembre | 33 |
| 5.6 | Pression moyenne au niveau de la mer, roses des vents et vents dominants en octobre | 34 |
| 5.7 | Roses des vents aux emplacements maritimes et terrestres en août | 35 |
| 5.8 | Roses des vents aux emplacements maritimes et terrestres en septembre | 36 |
| 5.9 | Excédent procentuel de la vitesse des vents pour les points maritimes n$^{os}$ 11 et 12 de la grille, le point de référence A et Resolute en août | 37 |

| | | Page |
|---|---|---|
| 5.10 | Excédent procentuel de la vitesse des vents pour les points maritimes n$^{os}$ 11 et 12 de la grille, le point de référence A et Resolute en septembre | 38 |
| 5.11 | Vitesses des vents estimées pour le calcul, pour la période juillet-octobre dans le nord-ouest de la mer de Baffin | 45 |
| 5.12 | Vitesses des vents estimées pour le calcul, pour la période juillet-octobre dans le détroit de Lancaster | 46 |
| 6.1 | Températures quotidiennes moyennes en janvier | 48 |
| 6.2 | Températures quotidiennes moyennes en mai | 48 |
| 6.3 | Températures quotidiennes moyennes en juillet | 49 |
| 6.4 | Températures quotidiennes moyennes en août | 49 |
| 6.5 | Températures quotidiennes moyennes en septembre | 50 |
| 6.6 | Températures quotidiennes moyennes en octobre | 50 |
| 6.7 | Températures minimales extrêmes prévues pour diverses périodes de récurrence à Resolute A | 52 |
| 6.8 | Classes de confort en fonction du refroidissement éolien à partir des effets combinés de la température et du vent | 53 |
| 7.1 | Pourcentage de fréquence des hauteurs de vague observées pour certaines zones maritimes en août et septembre | 62 |
| 7.2 | Hauteur significative extrême des vagues prévue pour le nord-ouest de la mer de Baffin et le détroit de Lancaster | 63 |
| 8.1 | Conditions de givrage dû aux embruns marins | 68 |
| 8.2 | Phénomènes prévus de givrage extrême des charpentes pour le nord-ouest de la mer de Baffin | 70 |

| | | Page |
|---|---|---|
| 9.1 | Précipitations totales moyennes annuelles | 81 |
| 10.1 | Couloirs des trajectoires des perturbations affectant la mer de Baffin et le détroit de Lancaster | 83 |
| 10.2 | Configuration du champ de pression moyenne au niveau de la mer à 12:00 TU, le 23 novembre 1976 illustrant la formation d'une perturbation de type A | 86 |
| 10.3 | Configuration de l'isobare de 50 kPa à 12:00 TU, le 21 août 1978, combinée à la formation d'une perturbation de type A | 87 |
| 10.4 | Configuration du champ de pression moyenne au niveau de la mer à 18:00 TU, le 21 août 1978 illustrant une perturbation de type A dans la mer de Baffin. | 88 |
| 10.5 | Configuration de l'isobare de 50 kPa à 00:00 TU, le 25 septembre 1974 combinée à la formation d'une perturbation de type B | 90 |
| 10.6 | Configuration du champ de pression moyenne au niveau de la mer à 00:00 TU, le 26 septembre 1974, illustrant un centre de perturbation de type B au-dessus de la presqu'île de Boothia | 91 |
| 10.7 | Configuration de l'isobare de 50 kPa à 00:00 TU, le 18 septembre 1978, combinée à une perturbation de type C | 92 |
| 10.8 | Configuration du champ de pression moyenne au niveau de la mer à 00:00 TU, le 18 septembre 1978, illustrant une perturbation de type C | 93 |
| 10.9 | Configuration de l'isobare de 50 kPa à 12:00 TU, le 23 novembre 1976, combinée à la formation d'une perturbation de type D | 94 |
| 10.10 | Configuration du champ de pression moyenne au niveau de la mer à 18:00 TU, le 24 novembre 1976, illustrant un centre de perturbation de type D dans la mer de Baffin | 95 |

## LISTE DES TABLEAUX


| | | Page |
|---|---|---|
| 3.1 | Données météorologiques disponibles provenant de la zone à l'étude | 12 |
| 5.1 | Nombre de phénomènes durables s'étendant sur plus de 24 h et durée maximale (pour trois classes de vitesses du vent) | 43 |
| 6.1 | Résumé des valeurs mensuelles de température moyenne et extrême | 54 |
| 6.2 | Pourcentage de fréquence des classes de température pendant la période de relevé de la zone maritime n° 11 de la grille | 56 |
| 6.3 | Pourcentage de fréquence des classes de température pendant la période de relevé de la zone maritime n° 12 de la grille | 57 |
| 6.4 | Pourcentage de fréquence des classes de température pendant la période 1957-1966 pour Resolute A | 58 |
| 6.5 | Pourcentage de fréquence des classes de confort par rapport au refroidissement éolien | 59 |
| 7.1 | Hauteurs significatives des vagues calculées par Duck, Lachapelle, Thomson et Vickers, et valeurs observées dans le nord-ouest de la mer de Baffin | 65 |
| 8.1 | Fort givrage des charpentes dans le nord-ouest de la mer de Baffin | 71 |
| 9.1 | Moyenne de la masse nuageuse mensuelle totale | 73 |
| 9.2 | Relations entre la visibilité et la vitesse des vents dans les zones maritimes de la grille | 75 |

Page

9.3 Pourcentage de fréquence des classes combinées de plafond et de visibilité pour les zones maritimes de la grille 76

9.4 Pourcentage de fréquence des classes combinées de plafond et de visibilité pour Resolute A 78

9.5 Probabilité de givrage des aéronefs au-dessus de la région du nord-ouest de la mer de Baffin 79

10.1 Fréquence, intensité et durée des types de perturbations pendant la période 1969-1979 97

10.2 Comparaison des conditions extrêmes de tempêtes estimées dans le nord-ouest de la mer de Baffin par rapport à d'autres régions 98

Les points de référence et lieux indiqués dans les figures et les tableaux ne correspondent pas nécessairement aux termes officiels mais peuvent relever de l'usage local.

## RÉSUMÉ

L'ouest de la mer de Baffin et le détroit de Lancaster constituent une région climatique relativement homogène. Les régulateurs climatiques possèdent des effets analogues dans divers secteurs et la région subit l'influence des mêmes types de perturbations à l'échelle synoptique. Les températures moyennes et les précipitations annuelles moyennes diminuent à mesure qu'on progresse vers l'ouest de la région.

La zone à l'étude dans le nord-ouest de la mer de Baffin n'est pas vraiment soumise aux intempéries pendant la période qui va de juillet à novembre. Une étude des perturbations qui se sont produites dans cette région au cours d'une période de 11 ans indique que chacune des périodes de juillet-août a connu moins d'une tempête à vents forts. Le mois de septembre a connu une tempête par saison tandis que les mois d'octobre et de novembre ont connu deux ou trois tempêtes chacun, par année.

Les tempêtes qui affectent la région, deux à quatre semaines avant le gel (mi-octobre), sont les plus violentes de la saison navigable.

Sur une période de récurrence de 25 ans, la vitesse maximale des vents horaires dans le nord-ouest de la mer de Baffin a été estimée à 106 km/h tandis que la hauteur significative des vagues correspondantes atteignait 8,4 m. Les valeurs respectives pour le détroit de Lancaster ont été de 109 km/h et de 5,8 m; les vagues sont plus basses dans ce dernier cas que dans le nord-ouest de la mer de Baffin parce que les masses de terre contribuent à en réduire la course. Les valeurs comparables pour la mer de Beaufort sont de 113 km/h et de 6,5 m.

Les vitesses extrêmes et potentielles d'accumulation des glaces sont respectivement de 13 et de 19 cm/24h dans le détroit de Lancaster et le nord-ouest de la mer de Baffin, comparativement à 28-39 cm/24h dans la mer de Beaufort.

Les directions significatives des vents sont du nord-ouest ou du sud-est dans le nord-ouest de la mer de Baffin et de l'est ou de l'ouest dans le détroit de Lancaster. A proximité du littoral, les vents ont tendance à adopter une orientation parallèle à la côte.

Dans la région, les perturbations proviennent du sud ou de l'ouest, où il existe un réseau de stations synoptiques. On ne trouve aucun côté aveugle (vastes zones sans station d'observation "en remontant" le long des trajectoires primaires de tempêtes) qui puisse empêcher de faire des prévisions, comme c'est le cas dans la mer de Beaufort et du côté sud du détroit de Davis. Le réseau synoptique en service pourrait être complété par des stations météorologiques terrestres automatiques permettant d'améliorer la qualité des prédictions.

## AVANT-PROPOS

Le présent rapport décrit le climat et les facteurs connexes liés à l'environnement du nord-ouest de la mer de Baffin et de l'est du détroit de Lancaster. Il fait partie d'une série de cinq rapports, soumis dans le cadre du Programme d'études sur l'environnement marin de l'Arctique de l'Est (EEMAE) dans le but d'obtenir des renseignements en prévision d'une demande d'entreprendre des forages d'exploration.

Une étude détaillée du climat du nord-ouest de la mer de Baffin pour la période de juillet à novembre a été entreprise par la Section de météorologie arctique, du Service de l'environnement atmosphérique (SEA) pour le compte de Petro-Canada. Cette étude a été entreprise en 1978 et elle a paru sous forme de manuscrit inédit intitulé "The Climate of Northwestern Baffin Bay" par Maxwell, Duck, Thomson et Vickers (1980). Au cours de la préparation de cette étude, d'autres études ont été entreprises afin de réunir des renseignements complémentaires. Parmi ces dernières, il faut signaler le travail de Lachapelle (1980) auquel on peut ajouter les analyses internes des données de terrain préparées par Petro-Canada.

Dans ce rapport l'auteur, a examiné, pour le compte de Petro-Canada, d'autres études météorologiques publiées ou inédites concernant la région. Il combine les résultats des études les plus récentes à ceux des études antérieures effectuées par le Service de l'environnement atmosphérique.

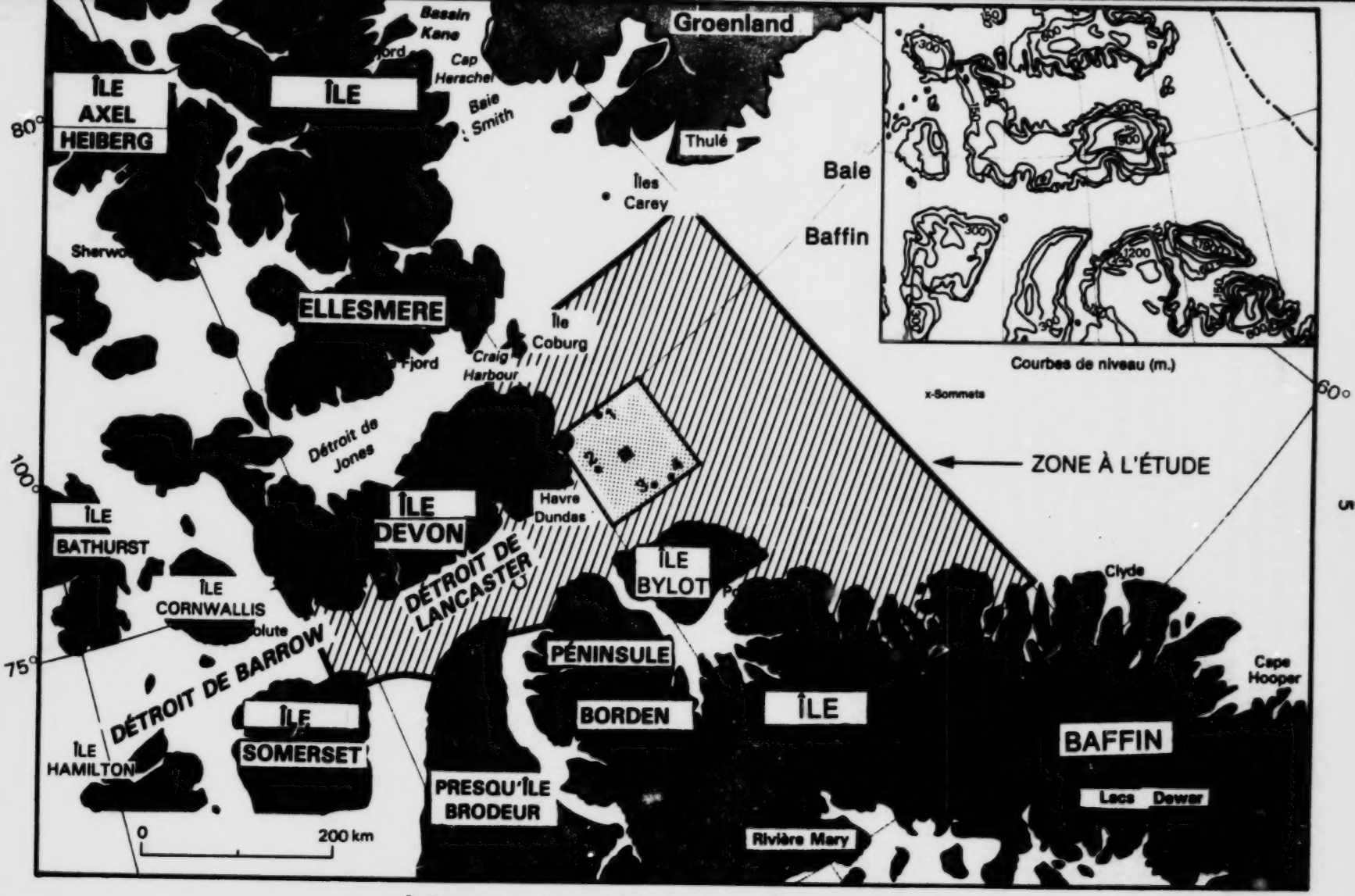
Le caractère et le contenu du présent rapport, reflètent, au moins en partie, l'intérêt que l'auteur a porté pendant quelque 25 ans au domaine de la météorologie opérationnelle dans l'Arctique canadien.

## 1.0 INTRODUCTION

Ce rapport dresse le bilan des résultats de toutes les études climatologiques récentes du détroit de Lancaster et du secteur nord-ouest de la mer de Baffin (fig. 1.1) Il constitue l'un d'une série de cinq rapports qui présentent les résultats d'études de nature océanographique, glaciologique, climatologique, géomorphologique et biologique entreprises dans le cadre du Programme d'études sur l'environnement marin de l'Arctique de l'Est. La section nordique du Programme EEMAE fut entreprise par le ministre des Affaires indiennes et du Nord et par Petro-Canada afin de recueillir des données sur l'environnement en vue de présenter une demande d'entreprendre des forages d'exploration dans la région. Ce rapport met l'accent sur l'étude, du vent, des vagues, de la température, du refroidissement éolien, du givrage des superstructures et des tempêtes violentes. Il y est aussi question, des nuages et des précipitations, des plafonds nuageux et de la visibilité, du givrage des aéronefs, de la pollution atmosphérique et des variations climatiques.

Le manuscrit inédit de Maxwell et coll. comporte trois parties. Les deux premières décrivent le climat normal du nord-ouest de la mer de Baffin, de juillet à novembre, et on y trouve une estimation des conditions extrêmes du vent, des vagues et du givrage des charpentes. Le secteur visé et les endroits auxquels s'appliquent ces conditions extrêmes sont indiqués sur la figure 1.1. La troisième partie consiste en une évaluation des possibilités de conditions de tempêtes violentes, à partir d'une étude des tempêtes survenues entre le mois de juillet et le mois de novembre pendant la période 1974-1978 inclusivement. Maxwell et coll. sont les auteurs de la première étude approfondie du secteur, c'est pourquoi leur étude est le principal ouvrage de référence du rapport.

Bien que les sources de données météorologiques à long terme soient rares dans le secteur, des analyses statistiques significatives ont quand même été effectuées. Les critères et la méthode employée sont décrits à l'annexe A de Maxwell et coll. (1980).




Emplacements prévus des travaux de forage: 1 Philpots. 2 Bylot 3 Jameson. 4 Bysm Martin

zones de référence et point de référence d'après Maxwell et coll. (1980) points de référence d'après Duck et coll. (1977)

Figure 1.1. Zone à l'étude, emplacements prévus des travaux de forage, relief et points de référence

Thomson et Vickers (1980) ont par la suite prolongé leurs travaux, soit la troisième partie de Maxwell et coll., pour approfondir les conditions de tempêtes sur une période de 11 ans allant de 1969 à 1979.

Le détroit de Lancaster a récemment fait l'objet d'études nombreuses. Duck et coll. (1977) ont préparé une analyse des conditions extrêmes des vagues, du vent et du givrage des charpentes. Le point de référence auquel ces résulats s'appliquent est indiqué à la figure 1.1. En outre, Maxwell (1980) a décrit le climat de la région de façon très détaillée. Milne et Smiley (1978) ont examiné de nombreux aspects concernant l'environnement dans lequel sont pratiqués les forages dans le détroit de Lancaster.

Pour s'assurer du caractère exhaustif du présent rapport, l'auteur a examiné d'autres études, dont celles de Lachapelle (1980), de Maxwell (1980), de Thompson (1980), de Headley (1979a, 1979b), de Duck (1979) ainsi que le projet de Livre vert du ministère des Affaires indiennes et du Nord sur le détroit de Lancaster.

## 2.0 ZONE A L'ÉTUDE

### 2.1 SITUATION

La figure 1.1 situe la zone d'observation. Les limites de cette zone coincident avec celles qui ont été employées par Maxwell et coll., sauf en ce qui concerne la partie ouest du secteur qui s'avance dans le détroit de Lancaster.

Lachapelle (1980) s'est intéressé aux vagues et aux vents déduits aux points de référence indiqués à la figure 2.1, bien que les données utilisées pour le calcul comprennent des points situés hors de la zone à l'étude.

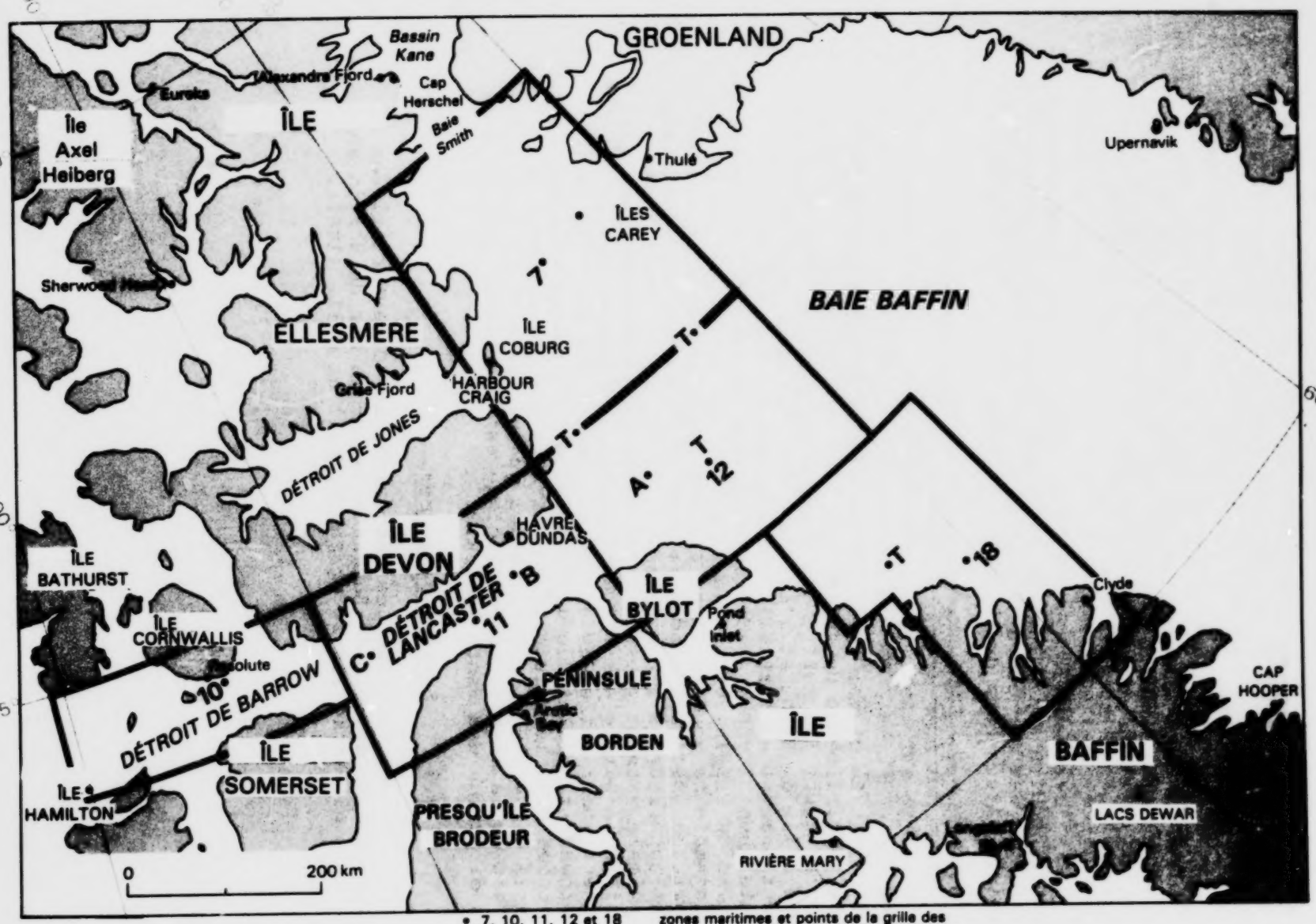
### 2.2 DESCRIPTION DE LA RÉGION

#### 2.2.1 Relief

Le climat de la région située au large des côtes subit l'influence du relief des îles environnantes. Le carton de la figure 1.1 montre des courbes de niveau. L'on constate que l'île de Bylot et l'est de l'île de Baffin sont des zones montagneuses et partiellement englacées. Les altitudes y atteignent 1 900 m au-dessus du niveau de la mer. A l'ouest de l'île de Baffin, on trouve la presqu'île de Brodeur et la péninsule de Borden; d'une manière générale, il s'agit de plateaux possédant chacun de grandes étendues dont l'altitude est supérieure à 330 m. Dans l'île de Devon, l'altitude maximale atteint presque 2 000 m sur la calotte de glace qui coiffe la partie est; du côté ouest, l'altitude oscille généralement entre 300 et 400 m. Dans l'est de l'île de Cornwallis, l'altitude atteint 300 m. Certaines collines situées dans le voisinage de Resolute ont une altitude qui varie entre 150 et 200 m, tandis qu'une crête NO-SE située à l'est de la station météorologique est un facteur important de la direction des vents locaux.

#### 2.2.2 Surface de la mer

Des descriptions détaillées des caractéristiques physiques du détroit de Lancaster et de la mer de Baffin sont données par Marko (1982) et par Fissell et coll. (1981).




• 7, 10, 11, 12 et 18 — zones maritimes et points de la grille des études météorologiques

• ABC — points de référence de Lachapelle

• T — points de référence de Thomson-Vickers

Figure 2.1. Zones à l'étude et points de référence des études météorologiques de la mer de Baffin et du détroit de Lancaster

La plus grande partie de la mer de Baffin et du détroit de Lancaster est recouverte de glaces pendant presque toute l'année. Il faut toutefois signaler que les polynies des Eaux Nord et de Barrow-Lancaster font exception: on y trouve souvent des eaux libres ou une couverture de glace mince pendant tout l'hiver. Les Eaux Nord ont fait l'objet d'un bon nombre d'études sur place; les résultats obtenus se trouvent dans une série de rapports annuels d'études sur le terrain, dont ceux de Muller et coll. (1978, 1980). Parmi les autres chercheurs, il faut encore mentionner Aber et Vowinckel (1972) ainsi que Dunbar (1969).

La limite moyenne des Eaux Nord est indiquée à la figure 2.2, mais l'étendue réelle des eaux libres varie considérablement d'une année à l'autre. La zone la plus habituellement libre est celle du secteur situé à l'extrême nord du détroit de Smith.

L'image en infrarouge par satellite montre que la polynie qui se forme normalement à l'extrémité ouest du détroit de Lancaster et du détroit de Barrow possède des caractéristiques analogues aux Eaux Nord: elle possède des eaux libres et de la glace mince au large d'une lisière de glaces serrée ou fixée à la terre (Milne et Smiley, 1978).

Ces deux polynies sont des centres de régression des glaces dans la mer de Baffin et le détroit de Lancaster. D'après Sowden (1979), une lisière de glaces serrée est combinée à la polynie du détroit de Lancaster et c'est la position de cette lisière de glaces qui détermine l'époque de la dislocation. La banquise commence à se dégager en mai. Des eaux libres se forment ensuite le long de la côte sud de l'île de Devon en bordure est de la banquise côtière. Pendant ce temps, l'étendue des Eaux Nord augmente en direction sud, jusqu'au moment où elle atteint les eaux libres du détroit de Lancaster, soit habituellement vers la mi-juin. Par la suite, on assiste à une fonte et à un dégagement continus du côté sud du détroit de Lancaster ainsi qu'à un mouvement des glaces en direction est dans la mer de Baffin. La zone libre de la mer de Baffin gagne en superficie en direction sud et en direction sud-est si bien que la zone à l'étude est normalement libre de glace au début de juillet.

Les eaux libres atteignent normalement leur étendue maximale en septembre, lorsque les courses qui accompagnent la formation des vagues sont à leur maximum. La formation d'une couverture de glace pouvant affecter les travaux au large des côtes peut commencer dès la mi-septembre ou ne se produire que dans la dernière semaine d'octobre (Sowden, 1979).

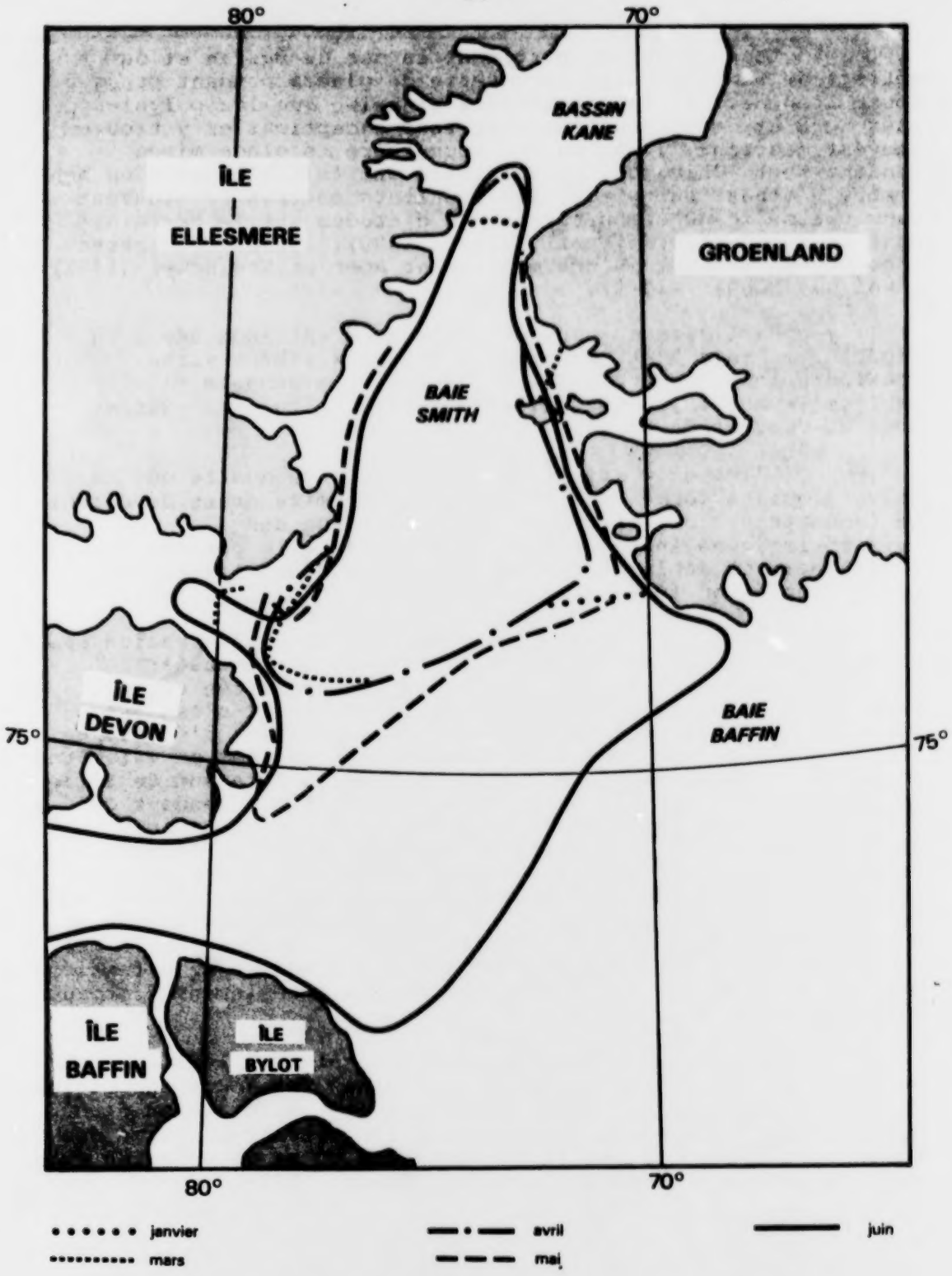



Figure 2.2 Extension mensuelle moyenne des Eaux Nord

## 3.0 SOURCES DES DONNÉES ET ANALYSES

On peut répartir les données météorologiques disponibles en deux types: observées et synthétiques. Les données observées consistent en des observations maritimes synoptiques prises à partir de brise-glaces, de navires de ravitaillement et d'autres bateaux conformément à la méthode internationalement acceptée pour l'observation du temps. Un certain nombre de stations au sol ont aussi fourni des données observées. La plupart de ces stations sont situées à proximité du littoral et elles sont énumérées au tableau 3.1.

Maxwell et coll. (1980) se sont servis de données observées dans leurs analyses du climat, sauf en ce qui concerne le calcul des valeurs extrêmes pour les vents et les vagues. Dans ce dernier cas, ils ont déduit un ensemble de données synthétiques représentant le vent au large des côtes à partir des données d'observation du vent à Resolute.

Les données synthétiques sur le vent ont été déduites par Lachapelle à partir de pressions hypothétiques en certains points de grille provenant de cartes des configurations de la pression en surface. Les pressions aux points de grille ont été fournies par le Fleet Numerical Oceanography Center. Thomson et Vickers se sont servis de cartes de pression en surface fournies par le Centre de météorologie arctique, SEA, pour calculer les vents de surface de certains endroits choisis. Les points de référence pour ces calculs sont indiqués à la figure 2.1.

### 3.1 DONNÉES OBSERVÉES

#### 3.1.1 Observations maritimes

On dispose d'environ 8 000 observations maritimes synoptiques pour la zone à l'étude; la plupart d'entre elles ont été effectuées pendant la période de navigation allant de juillet à octobre au cours des années 1947-1978.

En vertu d'une entente internationale, les observations maritimes synoptiques sont emmagasinées par le National Climatic Center, de la National Oceanic and Atmospheric Administration (département du Commerce des Etats-Unis). A la demande du Service de l'environnement atmosphérique, les données pour certaines zones choisies de l'Arctique canadien ont été analysées sous forme de "Résumés des observations météorologiques synoptiques" (ROMS) en 1975. Cinq de ces zones maritimes qui jouxtent ou chevauchent la zone à l'étude sont représentées par les points de grille 7, 10, 11, 12 et 18 et apparaissent à la figure 2.1. Toutefois, les données employées dans ces analyses n'allaient pas plus loin que la fin de l'année 1972. Les résultats obtenus ont été mis à jour manuellement à partir des toutes dernières données et employés par Maxwell et coll. (1980) et par Lachapelle (1980).

Tableau 3.1 Données météorologiques disponibles et provenant de la zone à l'étude

| Lieu d'observation | Latitude | Longitude | Altitude m | Période de relevé | Nature du programme d'observation | Exploitant |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Arctic Bay | 73 02 | 85 09 | 11 | Sept. 1937-Déc. 1976 | Observations faites sur moins de 24 heures par jour. | AES |
| Borden | approximativement 73 35 | 81 30 | 15 | Juillet-décembre 1978 été 1979 | Aux heures (incomplet) | Etablissement de recherches dans l'Arctique |
| Cap Fanshawe | 73 33 | 77 26 | 596 | Juillet-octobre 1978 | Aux heures (incomplet) | Petro-Canada |
| Cap Liverpool | 73 40 | 78 07 | 13 | Du 14 août au 29 sept. 1978 | Aux heures (incomplet) | Petro-Canada |
| | 73 39 | 78 00 | 3 | Du 9 juil. au 30 sept. 1979 | | |
| | 73 39 | 78 05 | 12 | Du 20 juil. au 31 août 1980. | | |
| Cap Sherard | 74 36 | 80 14 | 1 | Du 7 juil. au 30 sept. 1978 | Intervalle de 10 minutes entre les observations | Petro-Canada |
| | 74 36 | 80 17 | 21 | Du 20 juil. au 1er oct. 1980. | | |

Tableau 3.1 (suite)

| Lieu d'observation | Latitude | Longitude | Altitude m | Période de relevé | Nature du programme d'observation | Exploitant |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Cap Charles Yorke | 73 43 | 82 45 | 20 | Du 4 août 1977 au 15 sept. 1979. | Intervalle d'échantillonnage de 30 minutes | Institut d'océanologie |
| Iles Carey (Groenland) | 76 44 | 73 11 | 10 | Août 1973 - sept. 1974 | Aux 6 heures | Projet des Eaux Nord |
| Clyde | 70 27 | 68 33 | 3 | Sept. 1933-continuel | Moins qu'aux heures et incomplet | AES |
| Ile Coburg | 75 55 | 79 00 | 3 | Sept. 1972-Sept. 1976 | Aux 6 heures | Projet des Eaux Nord |
| Craig Harbour | 76 12 | 81 01 | 4 | Sept. 1933-juil. 1940 | Aux 8 heures | GRC |
| Havre Dundas | 74 32 | 82 33 | 5 | Sept. 1930-août 1950 | Aux 8 heures et incomplet | GRC |
| Hope Monument | 74 36 | 80 24 | 450 | Juil.-oct. 1978 | Aux 3 heures | Petro-Canada |
| Iles Philpots | 74 49 | 79 52 | 12 | Du 11 juil. au 1er août 1979 | Aux heures | Petro-Canada |
| | 74 54 | 79 31 | 61 | Du 1er août au 3 oct. 1979 | | |
| | 74 55 | 79 23 | 10 | Du 22 juil. au 1er oct. 1980. | | |
| Pond Inlet A | 72 40 | 78 00 | 59 | Oct. 1921 - en cours | Aux heures depuis 1974. Relevés précédents incomplets | AES |

Tableau 3.1 (suite)

| Lieu d'observation | Latitude | Longitude | Altitude m | Période de relevé | Nature du programme d'observation | Exploitant |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Ile Prince Leopold | 74 01 | 89 58 | 259 | Du 8 juil. au 8 oct. 1979 | Aux heures | Petro-Canada |
| Resolute A | 74 41 | 94 55 | 17 | Oct. 1947-Oct. 1953 | Aux heures depuis 1962 | AES |
| | 74 43 | 94 59 | 64 | Oct. 1953-en cours | | |
| Thulé | 76 31 | 68 48 | 80 | 1946 - en cours | Aux heures depuis 1951 | USAF |
| Île Wollaston | approximativement 73 43 | 80 59 | 70 | Juin à sept. 1978 et 1979 | Aux heures (incomplet) | Établissement de recherches dans l'Arctique |
| Zone maritime #7 de la grille | 76 30 | 75 00 | - | Primaire 1946-1978 Général 1898-1978 | De juil. à oct. seulement, 1 865 observations en tout | Note: la latitude et longitude des zones maritimes de la grille se trouvent au centre des zones |
| Zone maritime #10 de la grille | 74 30 | 94 00 | - | Primaire 1947-1972 Général 1903-1972 | Juil.-oct. seulement, 1 902 observations en tout | |
| Zone de grille maritime #11 | 74 00 | 85 00 | - | Primaire 1947-1978 Général 1903-1978 | De juil. à oct. 3 700 observations | |
| Zone de grille maritime #12 | 74 00 | 75 00 | - | Primaire 1947-1978 Général 1903-1978 | Juil.-oct. 1 079 observations | |
| Zone de grille maritime #18 | 71 30 | 70 30 | - | Primaire 1947-1978 Général 1946-1978 | Juil.-oct. 1 491 observations | |

### 3.1.2 Données provenant des stations terrestres

La plupart des stations terrestres fournissant des données pour les besoins du présent rapport étaient exploitées soit par le Service de l'environnement atmosphérique ou par un autre organisme collaborant cependant avec le SEA. On trouvera une liste des stations dans le tableau 3.1 et leur emplacement est précisé à la figure 1.1. Un bon nombre d'entre elles, notamment celle d'Arctic Bay, de Craig Harbour, des îles Carey, de l'île Coburg et du Havre Dundas ne sont plus en service. Les stations de Resolute, de Clyde River et de Thulé sont les seules qui possèdent des relevés effectués sur une longue période. De celles-ci, c'est Resolute, qui est la plus représentative, même si elle est située assez à l'ouest de la zone à l'étude et même si son régime des vents subit certains effets locaux.

### 3.1.3 Observations de Petro-Canada

En plus des stations du Service de l'environnement atmosphérique, Petro-Canada a recueilli des données dans la zone à l'étude pendant la période 1978-1980. En 1978, des stations-radars habitées et destinées à suivre la trajectoire des icebergs étaient en service au cap Fanshawe et à Hope Monument. Des observations météorologiques ont été effectuées à ces endroits de même qu'au cap Liverpool et au cap Sherard par les contractuels respectifs.

C'est aussi en 1978 qu'une station de surveillance du mouvement des glaces a été établie. Cette station utilisait une station météorologique automatique et des communications par satellite. C'est dans le bassin de Sverdrup que le Système autonome de saisie de données à long terme sur l'Arctique (SASDALA) qui en est résulté, a été déployé pour la première fois. En 1979, la station météorologique automatique a été retirée de la station principale et en accord avec le personnel du Centre de météorologie arctique du Service de l'environnement atmosphérique, trois de ces stations ont été placées à l'île Philpots, au cap Liverpool et à l'île Prince Léopold pendant l'été de la même année. En 1980, des stations météorologiques à enregistrement automatique étaient en service au cap Sherard, à l'île Philpots et au cap Liverpool. Certains détails concernant le programme d'observation sont donnés au tableau 3.1 tandis que l'emplacement des stations est précisé à la figure 3.1.

Au cours des années 1978 et 1979, les navires Theron et Gulf Star, de même qu'en 1980, le Polarhav, ont effectués des observations maritimes synoptiques qui ont ensuite été soumises au Service de l'environnement atmosphérique.

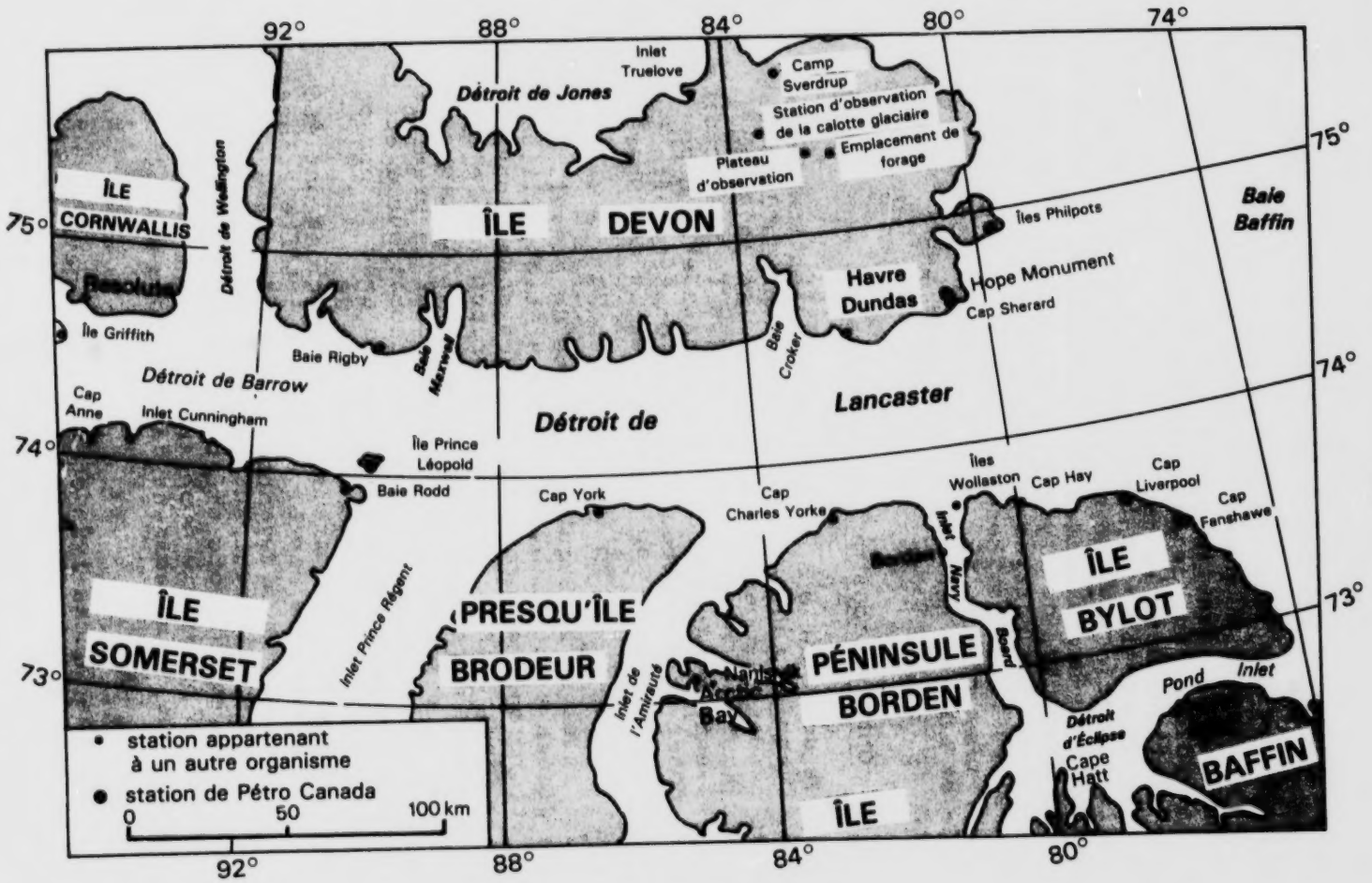



Figure 3.1 Stations d'observation temporaires

### 3.1.4 Autres observations

De nombreux autres programmes scientifiques et industriels ont été mis en oeuvre dans la région pendant de courtes périodes. Les stations d'observation correspondant aux programmes visés sont indiquées à la figure 3.1.

Les données sur les vents des îles de Woolston et de Borden ont été relevées, puis analysées par l'Etablissement de recherches sur l'Arctique à Pond Inlet et fournies par le Service de protection de l'environnement à Edmonton.

## 3.2 DONNÉES SYNTHÉTIQUES

Le manque d'observations maritimes a incité certains chercheurs à recourir aux archives des cartes synoptiques de la pression à la surface pour en déduire des vents à certains points fixes situés au large des côtes. Ces points extrapolés se trouvent souvent en des endroits pour lesquels il n'existe aucune donnée d'observation; on parle donc de données synthétiques dans le cas de tels vents.

Lachapelle (1980) a déduit des vents géostrophiques à trois points de référence (A, B, C, dans la figure 2.1) à partir des pressions atmosphériques enregistrées au niveau de la mer pour la période 1946-1978. Les pressions ont été fournies par le Fleet Numerical Oceanography Center à Monterey (Californie) sur une grille d'environ 381 km et à des intervalles de six heures.

Maxwell et coll. (1980) ont examiné un ensemble de cartes synoptiques de la pression à la surface préparées par le Centre de météorologie arctique (Service de l'environnement atmosphérique) pour les mois de juillet à novembre, de 1974 à 1978. Ils ont déduit des vents de surface pour des perturbations données en certains points situés au large des côtes et indiqués à la figure 2.1 (les points de référence de Thomson et Vickers). Ces vents ont ensuite servi à évaluer l'état de la mer, le givrage des charpentes et les conditions de refroidissement éolien. Thomson et Vickers (1980) ont ensuite étendu leur étude afin de couvrir la période de 11 ans allant de 1969 à 1979.

## 3.3 ÉVALUATION DES SOURCES DE DONNÉES

### 3.3.1 Observations maritimes

Comme les observations météorologiques en provenance des navires ne sont pas effectuées de façon aléatoire dans l'espace ou le temps, les résumés qui en découlent sont donc biaisés. Dans l'Arctique, il arrive que les navires passent une bonne partie de leur temps retenus dans les ports; aussi les observations qui sont effectuées pendant ce temps ne peuvent être considérées comme de véritables observations au large des côtes. De plus, les navires ont tendance à fréquenter certaines routes pour leur déplacement afin d'éviter le mauvais temps ou les glaces. En outre, les observations maritimes sont presque inexistantes pour les autres mois qu'août et septembre. Toutes ces lacunes font qu'il est impossible d'effectuer des analyses acceptables de la durée ou des valeurs extrêmes concernant les observations maritimes.

### 3.3.2 Stations terrestres

Les stations terrestres qui bordent la zone à l'étude se trouvent sur le rivage ou à proximité de celui-ci. Certaines d'entre elles sont situées près d'un relief élevé, si bien que les vents sont affectés localement. Certaines sont situées dans la zone de convergence qui résulte de la différence de rugosité entre les eaux et la terre. Finalement, certaines autres se trouvent bien au-dessus du niveau de la mer.

La majorité de ces stations sont en service pendant des périodes relativement courtes ou par intermittence. De toutes les stations, c'est celle de Resolute qui présente la meilleure collecte de données pendant la plus longue durée. Pour cette raison, Maxwell et coll. se sont servis des données de Resolute pour les analyses de durée et de conditions extrêmes.

### 3.3.3 Données synthétiques

La déduction des vents à partir de la pression moyenne au niveau de la mer est un processus en deux temps. Il s'agit d'abord de déterminer le vent géostrophique à partir de la configuration du champ de pression au niveau de la mer, puis de déterminer le vent réel à partir de ce vent géostrophique.

Une des principales imprécisions du premier temps tient à l'absence de données sur la pression atmosphérique. Ceci est particulièrement évident dans la région de la mer de Baffin où peu d'observations météorologiques existent pour le large.

Pour déterminer le vent réel à partir du vent géostrophique, on tient compte de la stabilité des masses d'air, des effets du relief local, de la rugosité de la surface, des gradients thermiques horizontaux et de la variation de pression. Pour compenser ces effets, on applique souvent les conditions moyennes et l'application de ce processus à des cas particuliers peut donner lieu à de grandes erreurs.

## 3.4 ANALYSES

Les résultats des travaux climatologiques effectués dans les régions du détroit de Lancaster et de la mer de Baffin reposent sur des techniques analytiques mises au point par un certain nombre de scientifiques. De manière générale, deux types d'analyses sont décrites dans le présent rapport. Le premier type porte sur les conditions climatiques normales tandis que le second vise les conditions liées à des valeurs extrêmes, à la durée et à certains phénomènes. Au nombre des éléments climatiques analysés on peut mentionner les suivants: le vent, les vagues, la température, le refroidissement éolien, le givrage des charpentes, les nuages et les précipitations, les plafonds et la visibilité, le givrage des aéronefs, les perturbations synoptiques et le potentiel de pollution atmosphérique.

### 3.4.1 Analyses du climat normal

L'étude la plus récente et la plus exhaustive sur le climat normal de l'archipel arctique du Canada a été publiée par Maxwell en 1980. De plus, Maxwell (1980) et Maxwell et coll. (1980) ont étudié en détail le climat du détroit de Lancaster et du nord-ouest de la mer de Baffin.

#### 3.4.1.1 Méthode de Maxwell

Maxwell et coll. (1980) a analysé la climatologie générale du nord-ouest de la mer de Baffin pour la période allant de juillet à octobre.

La zone à l'étude correspondait à la région située au large des côtes et plus ou moins limitée par les 71$^{e}$ et 76$^{e}$ parallèles nord ainsi que par les 70$^{e}$ et 81$^{e}$ méridiens ouest. Il s'agit de la zone située à l'est du détroit de Lancaster et indiquée à la figure 1.1.

Les sources de données comprenaient des observations maritimes synoptiques portant sur la période 1947-1978 et qui avaient été préparées sous forme de "Résumés d'observations maritimes" de surface pour les quatre secteurs (7, 11, 12, 18) indiqués à la figure 2.1. On s'est aussi servi de données provenant de stations terrestres situées dans la zone étudiée ou dans son voisinage immédiat.

La plupart des données qui précèdent ainsi que celles de la zone maritime n° 10 ont été employées par Maxwell et coll. (1980) pour analyser le climat du détroit de Lancaster.

3.4.1.2 Méthode de Duck

Duck (1979) a analysé les phénomènes météorologiques extrêmes et les phénomènes connexes dans le nord-ouest de la région de la mer de Baffin. Il a aussi tenu compte de l'occurrence des phénomènes de givrage du aux embruns marins, aux vents et aux vagues extrêmes dans la mise à jour de son rapport qui se trouve dans le deuxième chapitre de Maxwell et coll. (1980).

La plupart des données de Duck ont été extraites des relevés météorologiques de Resolute, bien que l'auteur se soit aussi servi des observations de navires portant sur la période 1947-1978 pour calculer les fréquences de vitesse et de direction des vents. Les observations de navires provenaient de la zone limitée par les 73$^{e}$ et 75$^{e}$ parallèles nord ainsi que par les 70$^{e}$ et 80$^{e}$ méridiens ouest; elles ont ensuite été regroupées et on les a rattachées au point de référence de la figure 1.1.

Duck et coll. (1977) ont effectué une analyse semblable des phénomènes extrêmes dans le détroit de Lancaster et les résultats s'appliquent à l'autre point de référence indiqué à la figure 1.1.

3.4.1.3 Méthode de Thomson et Vickers

Thomson et Vickers (1980) ont analysé des perturbations en plus des données d'observation dont ils disposaient pour évaluer les conditions météorologiques extrêmes dans le nord-ouest de la mer de Baffin. Ils ont évalué les vents, les vagues, la glace de mer, le givrage des charpentes et des aéronefs, les plafonds, la visibilité ainsi que le refroidissement éolien pendant la période allant du 1$^{er}$ juillet au 30 novembre. La zone étudiée correspondait à peu près au secteur délimité par 70° - 81°O et 71°-76°N.

Les données étaient tirées des cartes du temps préparées par le Centre de météorologie arctique (Service de l'environnement atmosphérique). Les données de navires collectées par Petro-Canada en 1978 ont servi à réanalyser certaines cartes. Les vents géostrophiques ont été calculés à chacun des quatre points indiqués à la figure 2.1 pendant la période à l'étude, puis ces vents ont été convertis en vents de surface. On a considéré comme étant des tempêtes les cas où le vent atteignait au moins 65 km/h pendant une période d'au moins six heures; ces cas ont donc été retenus pour de plus amples analyses.

3.4.1.4 Méthode de Lachapelle

Les données sur le vent et sur les vagues employées par Lachapelle (1980) ont été extrapolées à partir d'un ensemble de cartes hémisphériques à grilles des pressions relevées aux six heures et calculées par le Fleet Numerical Oceanography Center de Monterey (Californie). La période d'enregistrement a commencé en janvier 1946 et s'est terminée en décembre 1978. Sur un total possible de 48 211 cartes, il en manque 117 dont la plupart (104) appartiennent à la période de 1976-1978. L'étude a porté surtout sur la période allant de juin à octobre.

Trois emplacements du détroit de Lancaster ont été retenus pour y calculer les vents et les vagues. Il s'agit des points 77°O, 83°O, et 89°O, tous trois situés le long de 74,25° lat. N et ils ont été respectivement désignés comme étant les positions A, B et C (fig. 2.1). De la même façon, les vents ont été calculés pour Resolute aux points 74,7°N et 95,0°O.

Le "Résumé des observations météorologiques synoptiques" (ROMS) comportait des tableaux calculés pour la région du détroit de Lancaster et du nord-ouest de la mer de Baffin et ceux-ci ont servi à vérifier les vents et les vagues calculés pour les zones maritimes. Les archives de données du Service de l'environnement atmosphérique ont été employées pour comparer les vents calculés à Resolute. Certains cas particuliers ont été évalués en faisant appel aux renseignements réunis par Thomson et Vickers (1980) ainsi qu'à certaines communications personnelles sur les 25 principales perturbations survenues dans le nord-ouest de la mer de Baffin dans la période de 1969-1979.

Les vents de certains endroits donnés ont été calculés à l'aide de la fonction de Bessel à la forme cubique. Une grille de seize points a servi à déterminer des gradients est-ouest (u) et nord-sud (v) en un endroit donné.

La vitesse et la direction du vent ont été obtenues à partir des facteurs u et v. Des valeurs horaires ont été déterminées par interpolation linéaire des facteurs u et v. Aucune interpolation n'a été faite lorsqu'il manquait quatre cartes consécutives et plus aux six heures. Cette dernière condition ne s'est produite que trois fois en 33 ans, et aucun de ces cas ne s'est produit dans la période allant de juin à octobre.

Le vent synthétique extrapolé par Lachapelle est réellement de nature géostrophique, si ce n'est que la direction du vent est déviée de 20° pour correspondre à la direction normale du vent de surface au-dessus de l'eau. La vitesse du vent synthétique est censée être une bonne première approximation de la vitesse des vents de surface au-dessus de l'eau.

3.4.1.5 Autres études

Hill et coll. (1978) ont préparé d'autres études portant sur des périodes plus courtes de relevés pour les stations du cap Charles Yorke, de l'île Griffith, du cap Anne, de la baie Rodd et de Somerville (fig. 3.1); Headley (1979a, 1979b) a étudié Craig Harbour et le havre Dundas; Jakobsson (1979) a étudié l'île Hamilton; Woodrow (1972) a étudié Pond Inlet tandis que Alt (1978), Bliss (1972), Keeler (1964) et d'autres ont étudié les conditions météorologiques s'appliquant aux environs de la calotte de Devon.

Thompson (1980) a analysé la direction des vents à partir d'observations maritimes, y compris les observations faites par Petro-Canada pour le détroit de Lancaster.

## 4.0 RÉGULATEURS DU CLIMAT

Le climat du nord-ouest de la mer de Baffin dépend principalement de la nature des apports en énergie solaire, des systèmes météorologiques, du relief et de la nature des surfaces terrestres et maritimes avoisinantes.

### 4.1 RAYONNEMENT

La zone à l'étude est située à peu près à la même latitude que Resolute, là où se trouve la station la plus proche pour l'observation du rayonnement sur de longues périodes. Le rayonnement solaire global mensuel moyen varie à partir de zéro en janvier pendant la nuit polaire (de début novembre à début février) jusqu'à 500 langleys/jour en juin. Le rayonnement net annuel moyen se situe à près de 10 kilolangleys, qui provient des déficits mensuels moyens de 20-45 langleys/jour pendant la période allant de octobre à avril, mais qui dépasse environ 200 langleys/jour en juin et en juillet. Le rayonnement quotidien moyen observé à Resolute est indiqué à la figure 4.1.

### 4.2 CIRCULATION ATMOSPHÉRIQUE

L'activité cyclonique est fréquente dans la mer de Baffin pendant toute l'année, mais elle est plus intense en hiver. La trajectoire la plus courante pour les dépressions qui affectent le secteur se fait en direction nord à travers le détroit de Davis; la plupart des systèmes cycloniques appartiennent à la phase occluse lorsqu'ils commencent à affecter le nord-ouest de la mer de Baffin. On observe aussi parfois des systèmes se déplaçant à partir du Keewatin au-dessus de l'Île de Baffin ou à partir de l'ouest, le long du détroit de Parry.

Ces macrosystèmes de pression commandent les régimes de vents, de nuages et de précipitations dans la région. Ils importent de l'air froid ou chaud, selon l'orientation des trajectoires de perturbation.

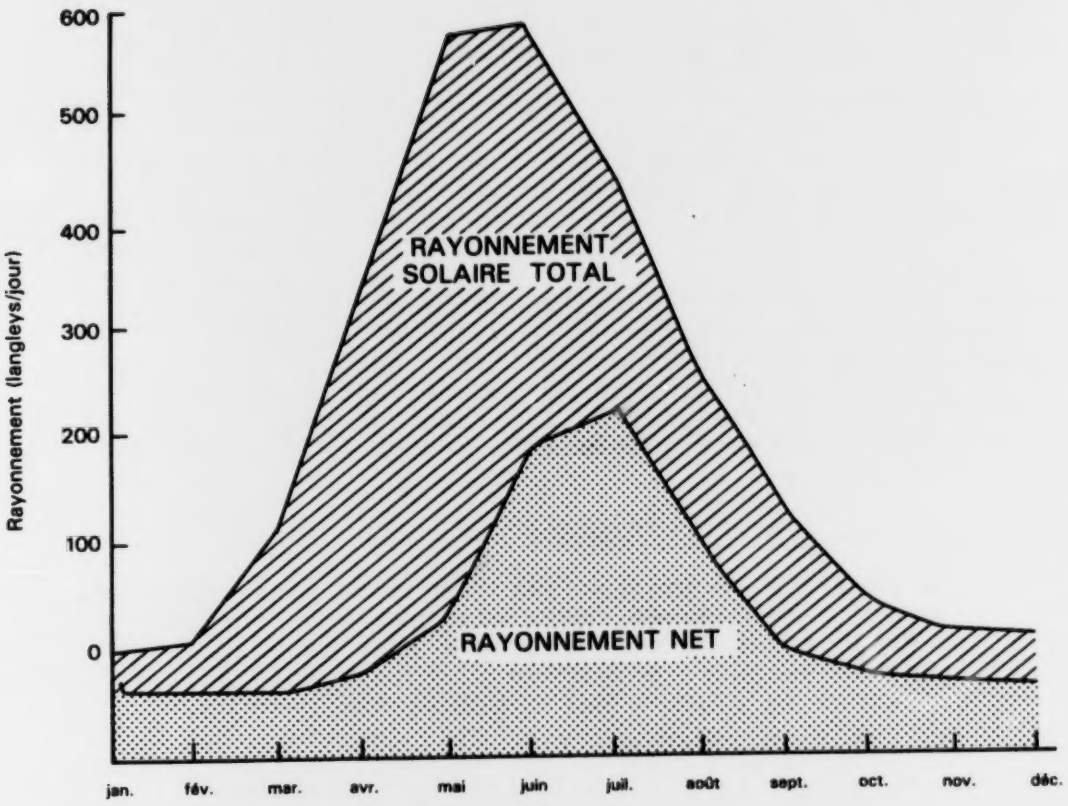



Figure 4.1 Valeurs observées du rayonnement quotidien moyen à Resolute A (1970-1976)

## 4.3 EFFETS DU RELIEF

Le relief des îles qui bordent la zone à l'étude est important. Les îles de Devon, de Bylot et de Baffin sont toutes montagneuses le long de leurs côtes orientales et des coulées de vent soufflant du large sont forcées de remonter le long de ces côtes, ce qui contribue grandement à faire augmenter les totaux de précipitations. Toutefois, les montagnes ont avant tout tendance à retenir les systèmes météorologiques parvenus jusqu'au nord par le détroit de Davis. La tendance de tels systèmes à être occlus résulte avant tout de l'existence de l'inlandsis du Groenland à l'est, lequel limite l'approvisionnement en air chaud aux centres de basses pressions. Un tel approvisionnement est pourtant nécessaire pour consolider ou du moins maintenir l'intensité des dépressions. Les montagnes constituent aussi une barrière physique pour les perturbations s'approchant de la zone à l'étude par l'ouest ou le sud-ouest.

A proximité du littoral, le relief influe aussi considérablement sur le courant de vent. Les conditions de brise de mer, catabatiques (descente), anabatiques (remontée) et de canalisation sont partiellement dues au relief et peuvent donner lieu à des vents locaux sensiblement différents des vents régionaux par leur vitesse et leur direction. Ces effets diminuent à mesure qu'on s'éloigne des côtes.

## 4.4 EFFETS DE LA SURFACE SOUS-JACENTE

Les eaux du nord-ouest de la mer de Baffin et du détroit de Lancaster sont couvertes par de la glace de mer pendant presque toute l'année. Les mers couvertes de glace ressemblent aux surfaces terrestres en hiver, lorsque les températures sont sensiblement les mêmes au-dessus de la terre et de la mer. Toutefois, dans les zones situées au-dessus ou à proximité des eaux libres, les températures d'hiver seront sensiblement plus élevées. Par conséquent, les températures d'automne et d'hiver augmenteront vers l'est au-dessus de la région, en raison de l'effet de réchauffement des Eaux Nord et par suite de la période prolongée d'eaux libres au large de la partie ouest du Groenland.

Pendant la période d'eaux libres, les mers arctiques maintiennent des conditions maritimes de temps frais. Les vastes étendues d'eaux libres constituent des sources de précipitations lorsque l'air est plus froid que l'eau et sont des facteurs de réduction des précipitations lorsque l'air est plus chaud que l'eau. Les eaux libres constituent une source de précipitations particulièrement importante après la mi- ou la fin septembre et elles sont en partie la cause de la plupart des grains de neige intenses en octobre, avant le gel.

L'état de la surface sous-jacente commande manifestement le climat et détermine la longueur de la saison de forage.

## 5.0 PRESSION ET VENT

Le vent est probablement l'élément climatique le plus important, parce qu'il provoque des conditions environnementales défavorables, telles que les vagues, les embruns verglaçants, le refroidissement éolien ainsi que le mouvement des banquises et des icebergs.

Dans la présente section, les configurations du champ de pression moyenne au niveau de la mer fait l'objet d'un examen en raison de son influence sur la direction et la vitesse du vent. Les conditions moyennes de vent sont ensuite examinées et finalement des valeurs extrêmes de la vitesse du vent sont estimées.

## 5.1 PRESSION

### 5.1.1 Relation pression-vent

Trois ensembles de forces produisent les vents. Il s'agit du gradient de pression, de la force de Coriolis ainsi que des forces de frottement.

La force du gradient de pression fait passer l'air des zones de pression plus élevée aux zones de pression plus faible. La force de Coriolis est causée par la rotation de la terre. Elle fait dévier vers la droite les particules en mouvement dans l'hémisphère Nord. Ainsi, on estime généralement que l'air, étant forcé de passer d'une zone de haute pression à une zone de basse pression par la force du gradient de pression, ne procède pas directement du centre de haute pression au centre de basse pression, mais qu'il s'engage plutôt dans un mouvement circulaire autour du centre de basse pression dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.

Les forces de frottement naissent de l'interaction de l'air en mouvement avec la surface de la terre et varient selon la rugosité de la surface. Elles s'opposent aux effets des forces du gradient de pression et de Coriolis, si bien que le flux qui en résulte est dirigé vers l'intérieur du centre de basse pression et vers l'extérieur d'un centre de haute pression.

De manière générale, les vents soufflent dans le sens contraire des aiguilles d'une montre autour d'un centre de basse pression tout en décrivant un léger mouvement vers l'intérieur qui varie avec l'amplitude des forces de frottement. De la même façon, le flux décrit autour d'un centre de haute pression se fait dans le sens des aiguilles d'une montre tout en présentant une légère composante vers l'extérieur.

### 5.1.2 Pressions moyennes

On trouvera aux figures 5.1 à 5.6 des cartes montrant les pressions mensuelles moyennes pour les mois de janvier, avril, juillet, août, septembre et octobre.

Une zone de basse pression existe au-dessus de la mer de Baffin en toutes saisons. Toutefois, cette zone est plus intense en hiver qu'en été et elle produit un gradient de pression plus fort pendant les mois d'hiver. La vitesse du vent varie directement en fonction de la force du gradient de pression.

## 5.2 DIRECTION DU VENT

Les roses des vents pour les stations terrestres, les zones maritimes de Maxwell et le point A de Lachapelle sont surimposés sur les pressions moyennes au niveau de la mer dans les figures 5.1 à 5.6.

En janvier et avril, la direction des vents dominants varie selon la pression à la plupart des endroits, y compris au point A où les vents sont déduits par Lachapelle. Ceci s'explique par la force relativement grande du gradient de pression qui domine au cours de ces mois. Pond Inlet fait cependant exception; on croit que c'est le relief local qui influence la direction du vent à cet endroit.

Au cours des mois de juillet et août, les vents dominants ne sont pas conformes aux configurations de pression, en raison du gradient de pression plus faible. Parmi les zones qui s'écartent passablement de la moyenne, il faut mentionner celle du havre Dundas et la zone no 11 de Maxwell. L'écart noté au havre Dundas est probablement dû aux influences du relief. La rose des vents de la zone maritime no 11 est fortement asymétrique dans les directions est et ouest, ce qui permet de croire qu'un flux d'air est canalisé par le détroit de Lancaster.

Au cours des mois de septembre et d'octobre, le gradient de pression commence à augmenter, ce qui provoque de nouveau l'alignement des vents dominants sur la configuration de pression à tous les endroits, y compris le point A de Lachapelle et les zones maritimes de Maxwell.

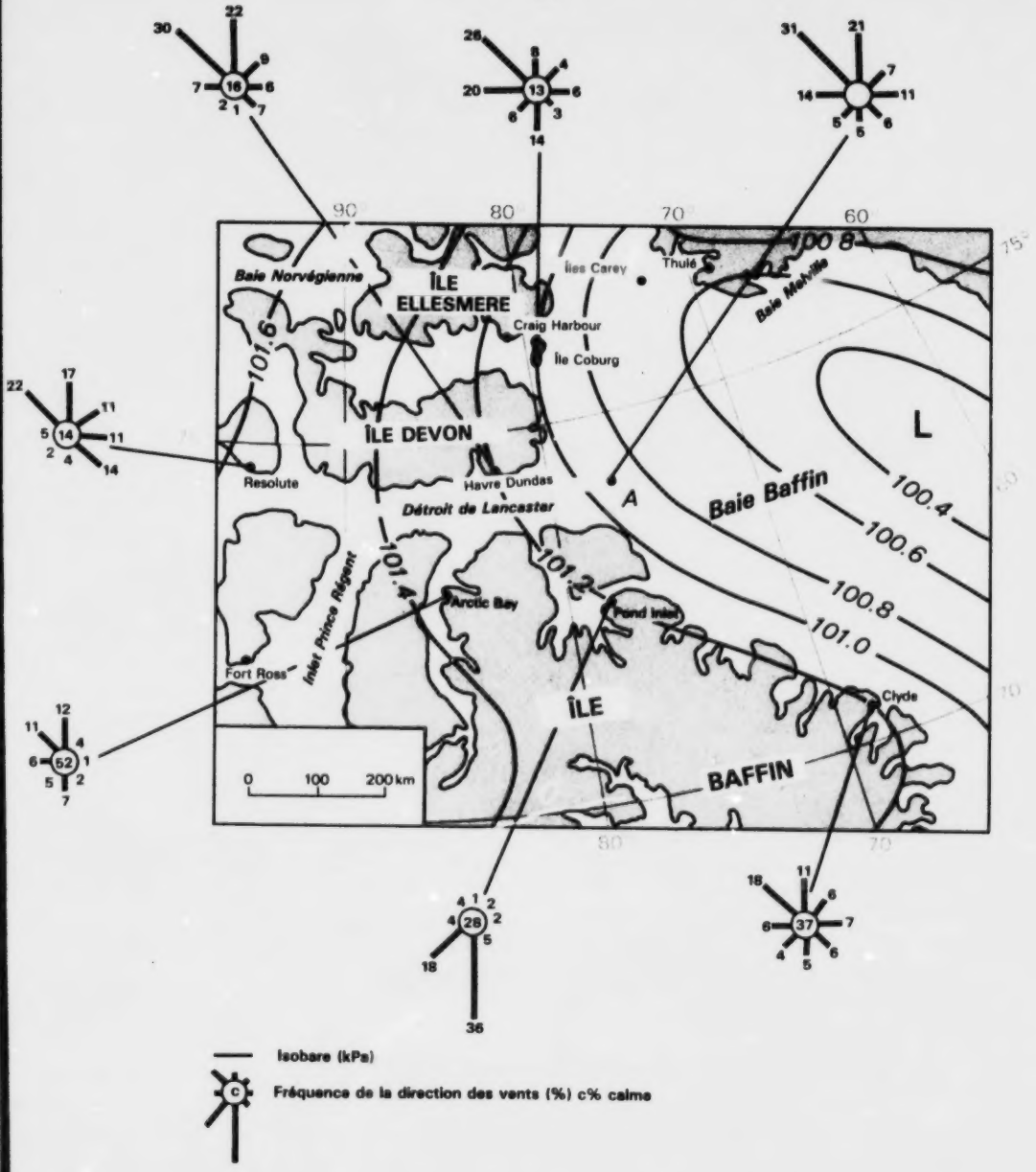



Figure 5.1 Pression moyenne au niveau de la mer et roses des vents en janvier

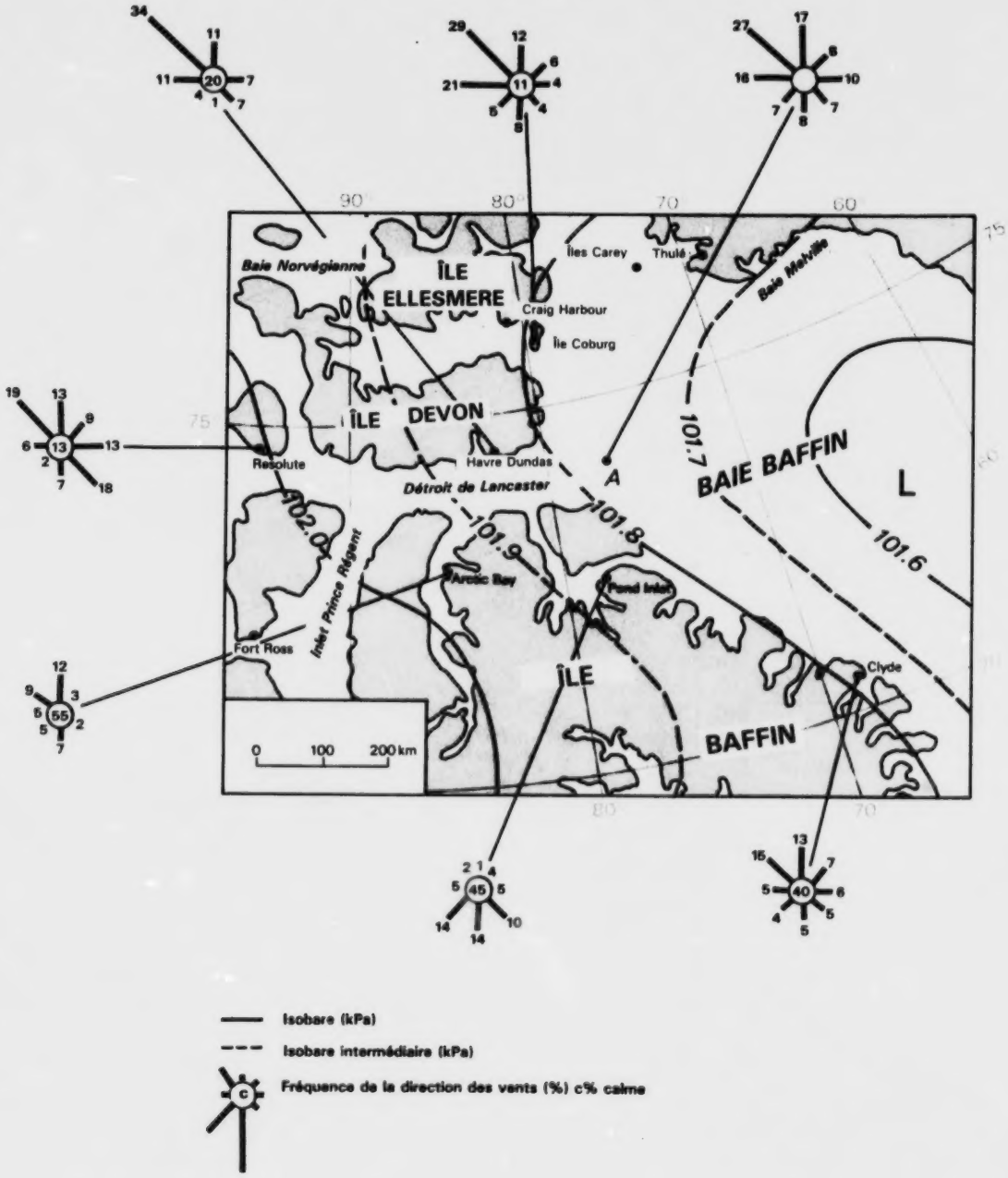
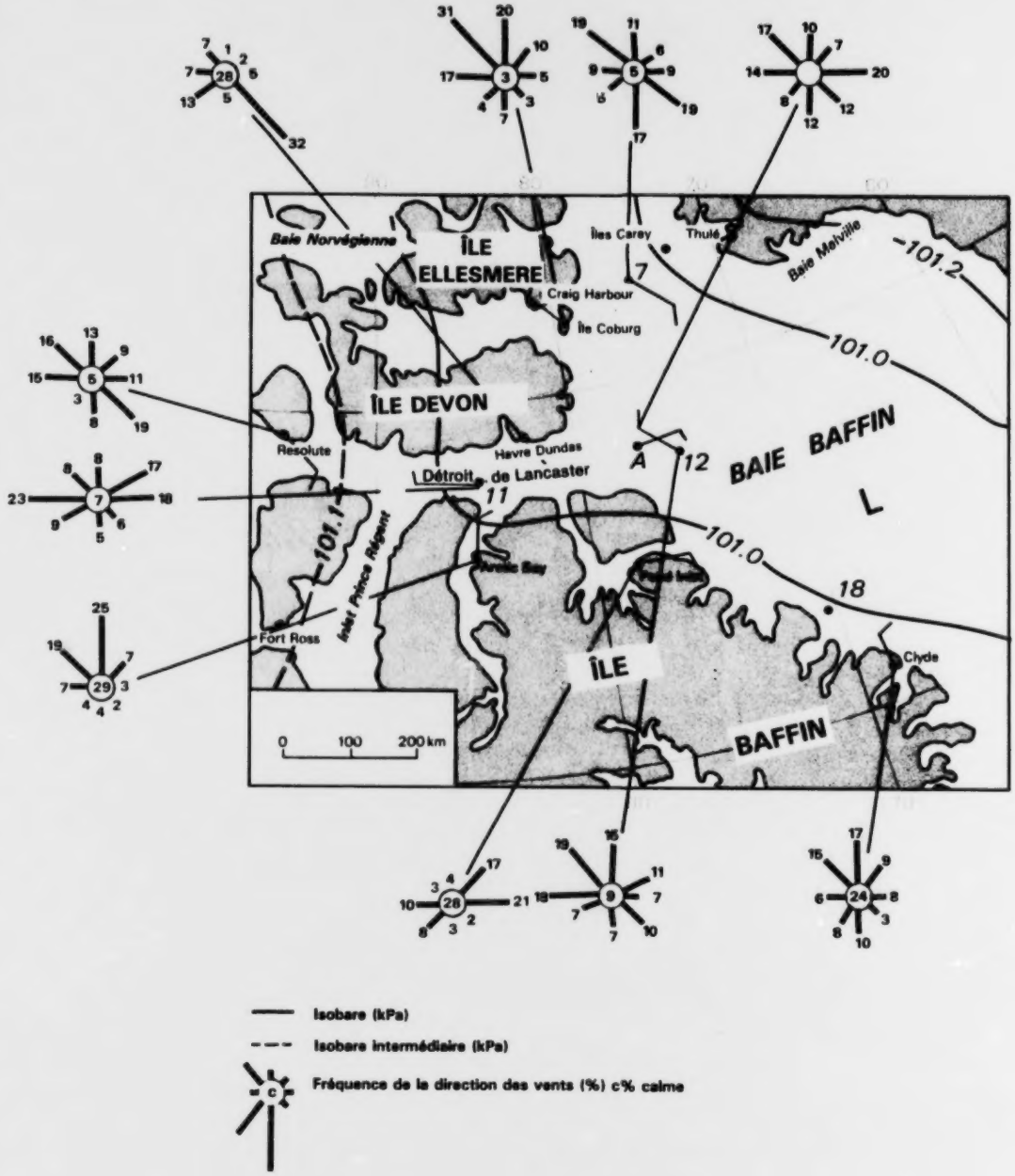



Figure 5.2 Pression moyenne au niveau de la mer et roses des vents en avril




Isobare (kPa)

Isobare intermédiaire (kPa)

Fréquence de la direction des vents (%) c% calme

Figure 5.3 Pression moyenne au niveau de la mer, roses des vents et vents dominants en juillet

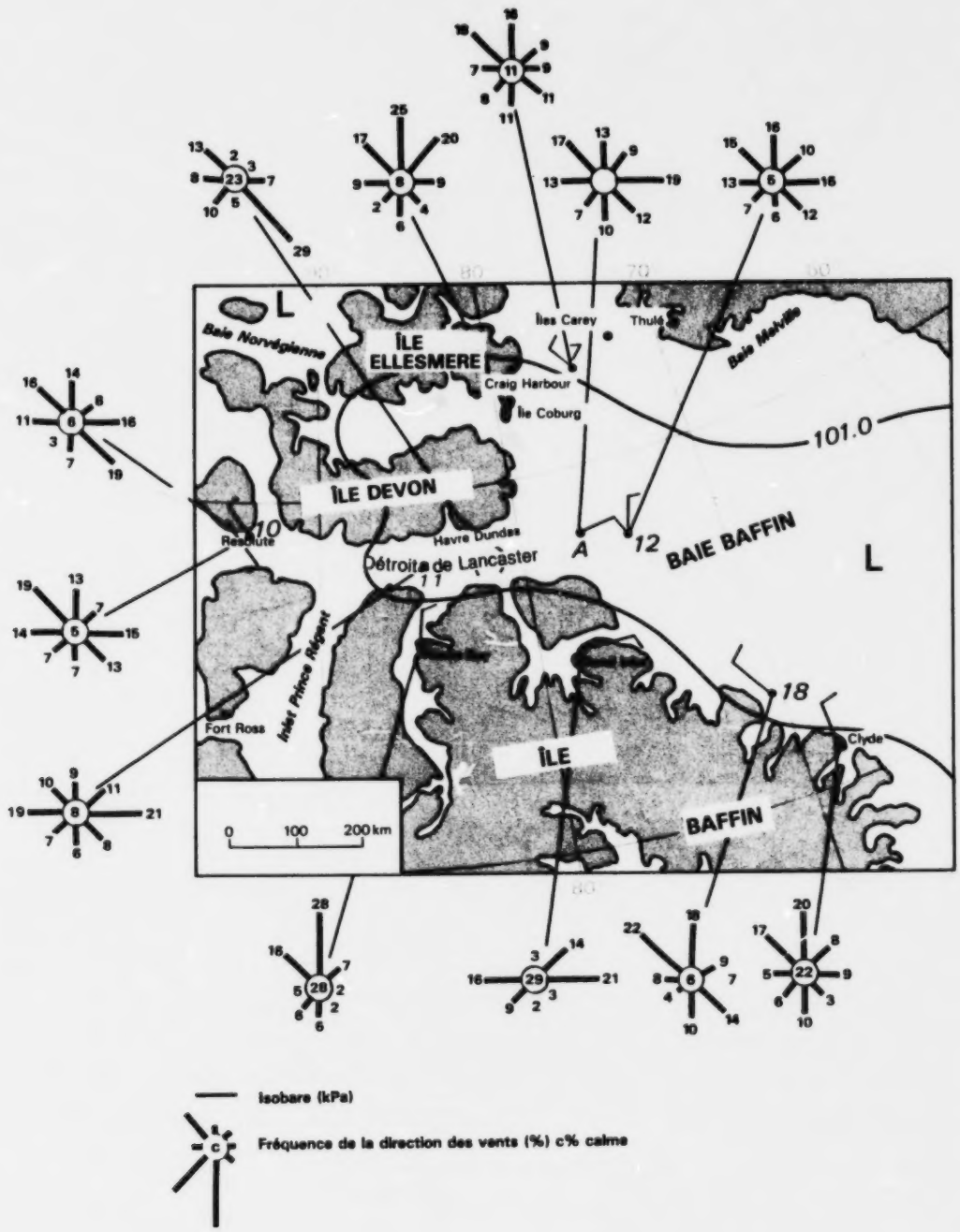



Figure 5.4 Pression moyenne au niveau de la mer, roses des vents et vents dominants en août

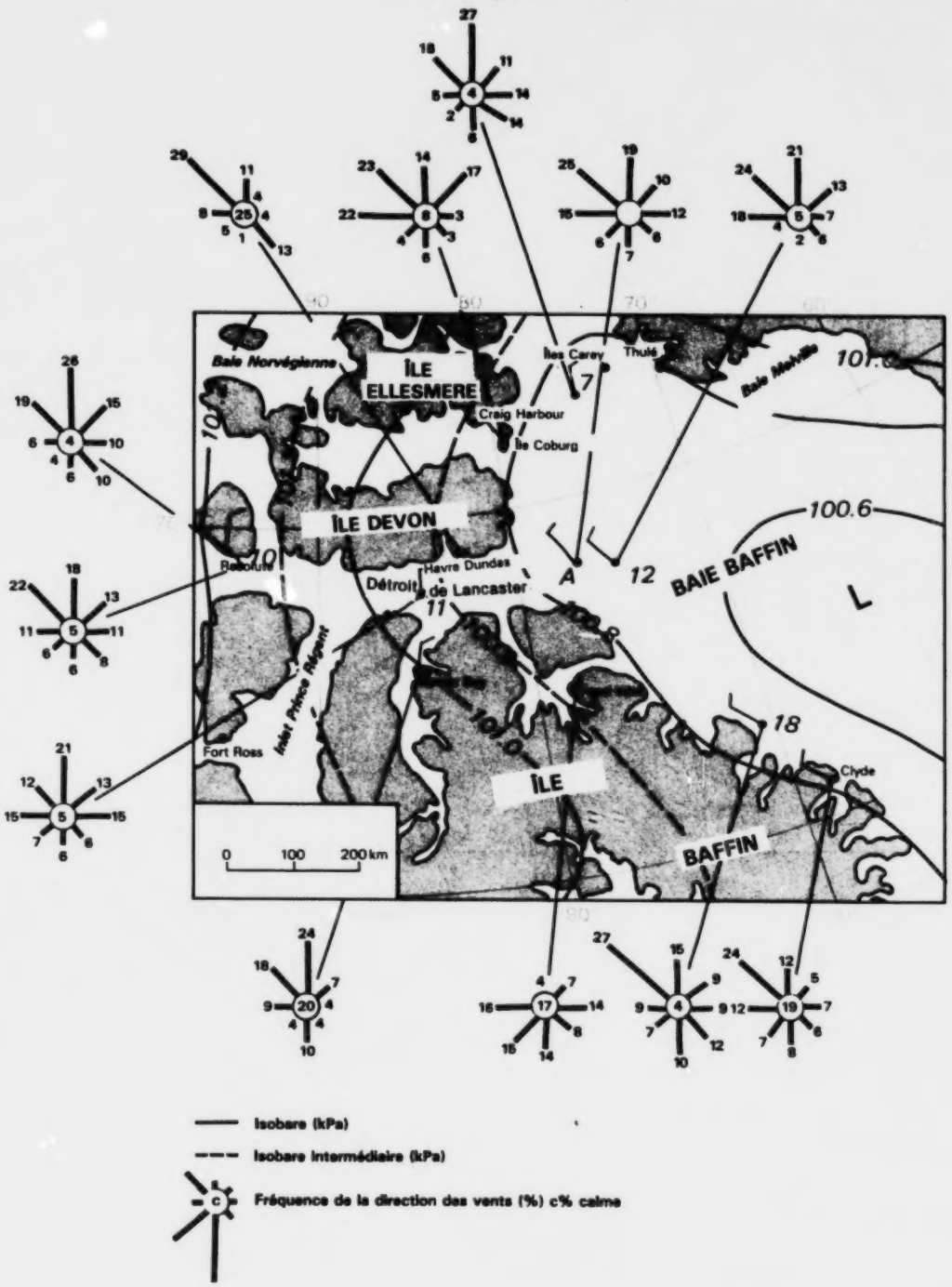



Figure 5.5 Pression moyenne au niveau de la mer, roses des vents et vents dominants en septembre

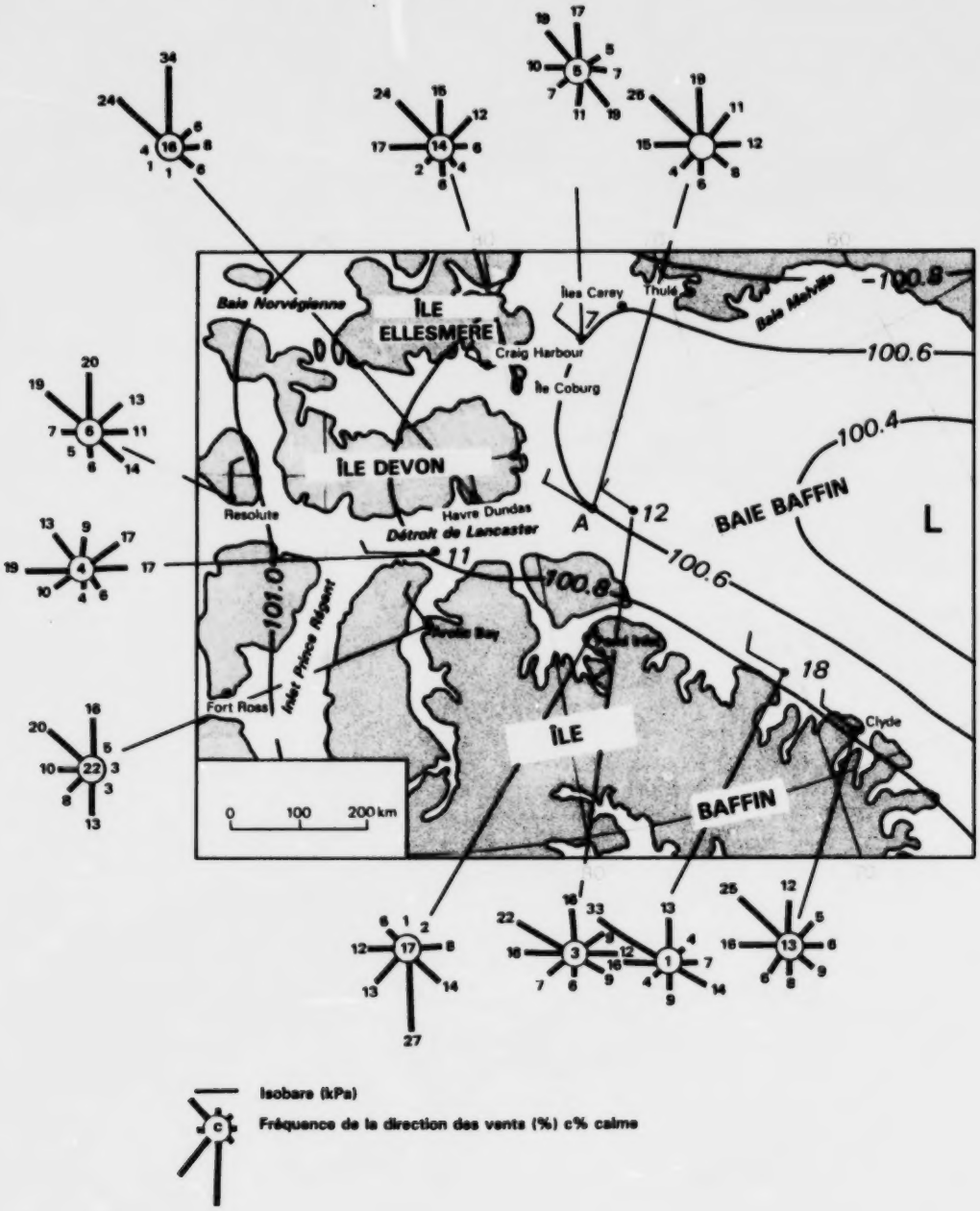



Figure 5.6 Pression moyenne au niveau de la mer, roses des vents et vents dominants en octobre

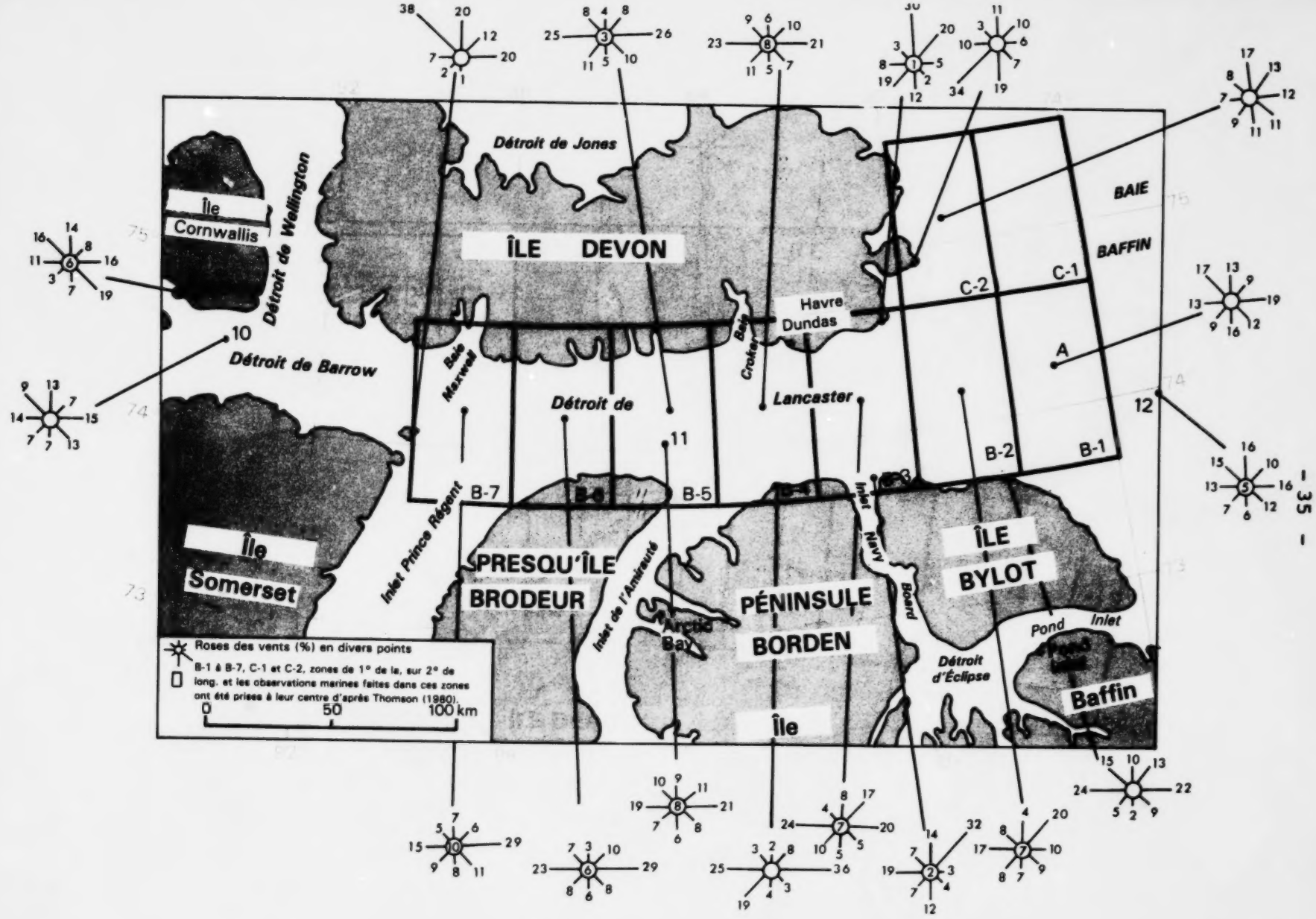



Figure 5.7 Roses des vents aux emplacements maritimes et terrestres en août

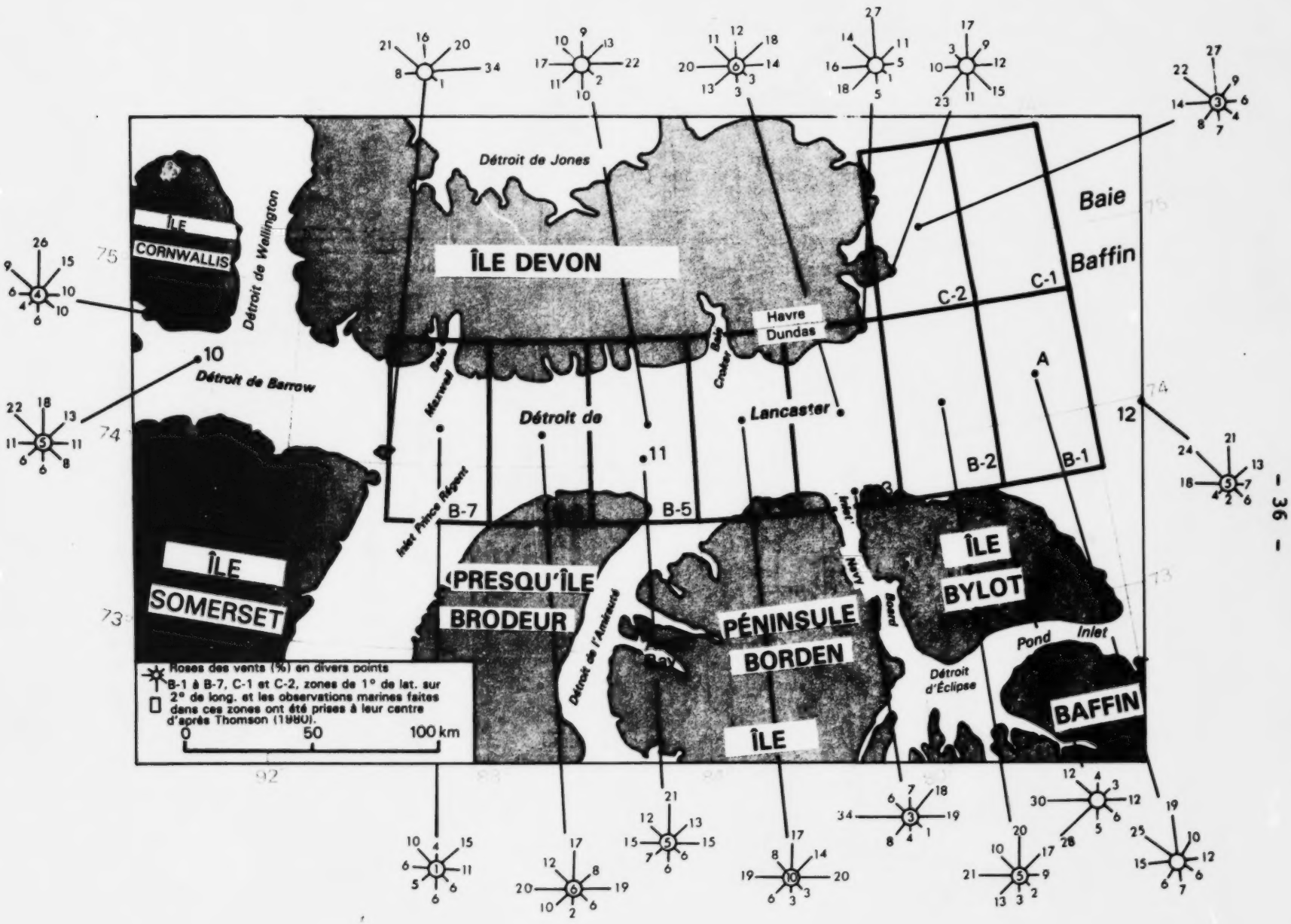



Figure 5.8 Roses des vents aux emplacements maritimes et terrestres en septembre

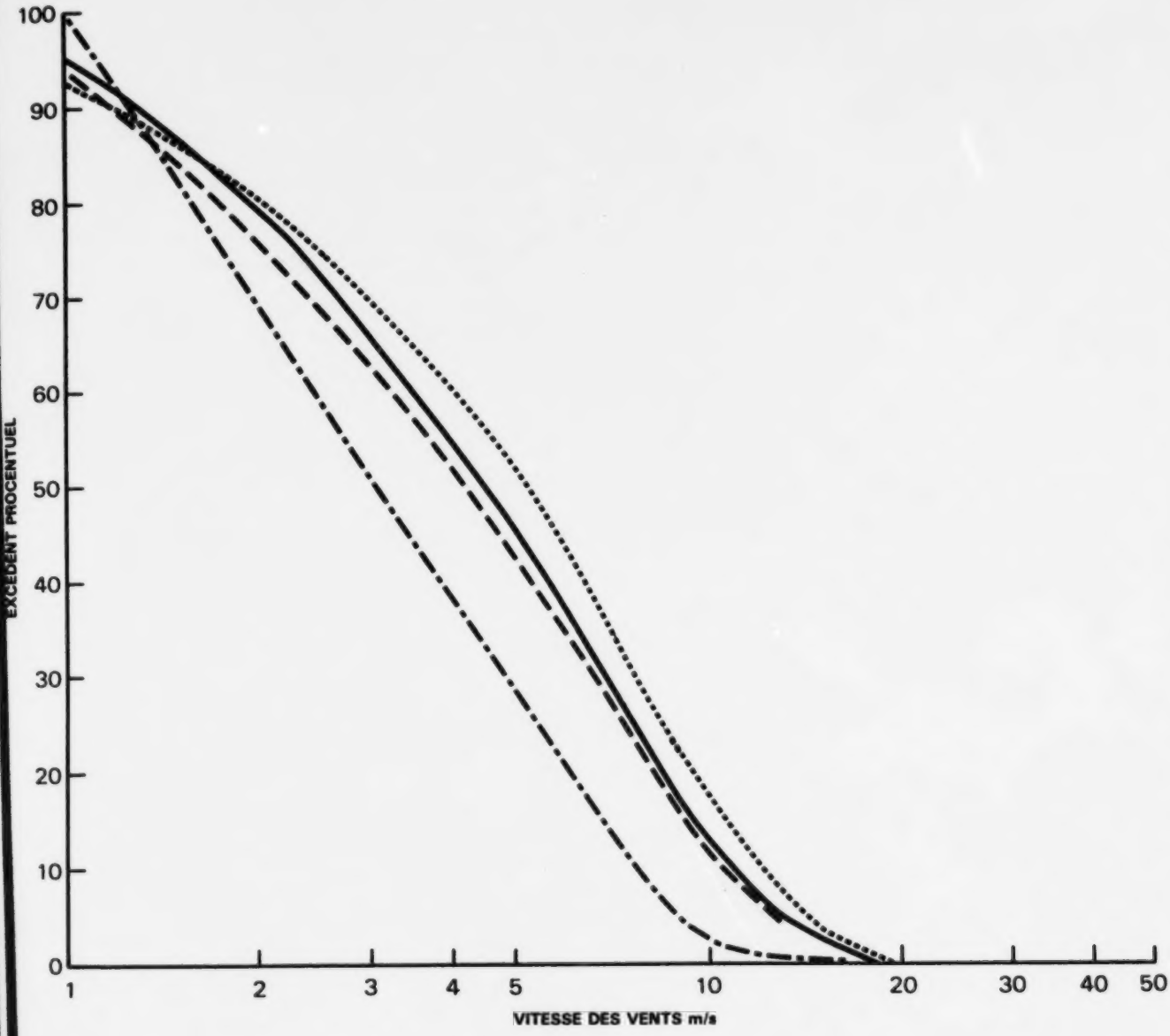



Figure 5.9 Excédent procentuel de la vitesse des vents pour les points maritimes nos 11 et 12 de la grille, le point de référence A et Resolute en août

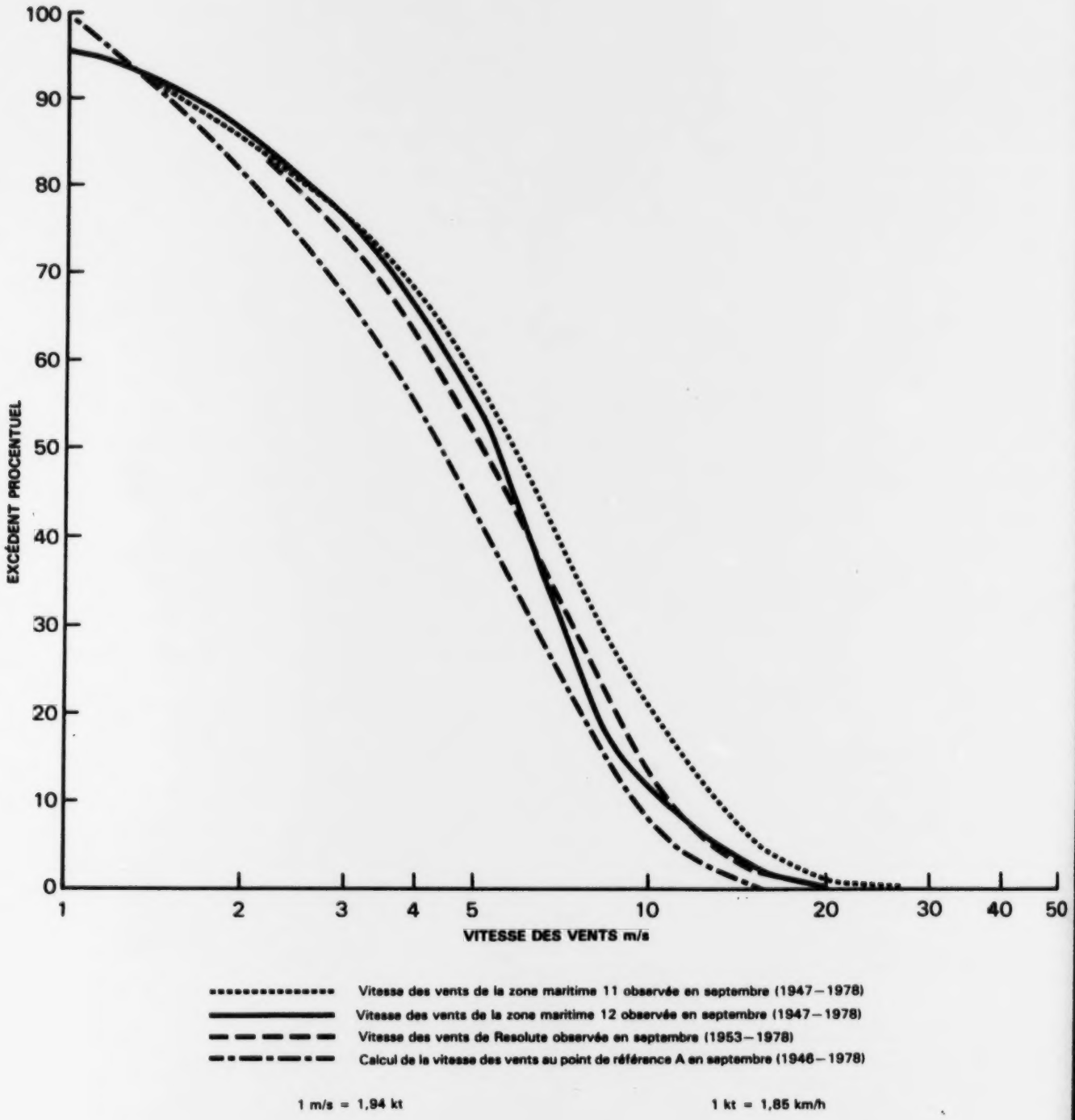



Figure 5.10 Excédent procentuel de la vitesse des vents pour les points maritimes nos 11 et 12 de la grille, le point de référence A et Resolute en septembre

Les relevés les plus longs faits à proximité de la zone à l'étude sont les vents observés à baie Resolute et les vents dérivés au point A de Lachapelle. Dans les deux cas, la direction des vents dominants correspond de très près aux configurations de pression pour tous les mois sauf juillet et août.

En juillet et août, le gradient de pression régional est très faible, si bien que les effets locaux semblent commander la direction du vent, particulièrement dans les stations terrestres situées sur la côte. Ceci est évident lorsqu'on examine les roses des vents de Resolute et du havre Dundas ainsi que les configurations de pression qui sont indiquées aux figures 5.3 et 5.4.

D'autres relevés portant sur des périodes plus courtes ont été analysés par Thompson (1980), par Fraser (la présente étude) et par Hill et coll. (1978). Thompson a aussi examiné les observations de navires dans certaines cellules choisies mesurant 1° de latitude sur 2° de longitude. Les roses des vents de ces endroits pour les mois d'août et de septembre, c'est-à-dire les mois comportant le plus d'observations maritimes, sont indiquées aux figures 5.7 et 5.8. Les roses s'appliquant à Resolute, au point A de Lachapelle et aux zones n$^{os}$ 10, 11 et 12 de Maxwell sont indiquées pour fins de comparaison.

Les influences des brises de mer et de relief peuvent causer des variations locales dans la direction des vents observés à toutes les stations côtières, particulièrement en juillet et en août. En septembre, l'augmentation des vents du nord indiquée au point de grille n$^{o}$ 11 n'est pas évidente dans les répartitions détaillées de Thompson (1980). Toutefois, l'augmentation des vents du nord-ouest en septembre par suite du gradient de pression régional se reflète dans les roses des vents pour les zones situées au large des côtes et libres de toute influence du relief, comme c'est le cas de la zone C-2 ainsi que des points A et 12. Les vents qui soufflent sur le détroit de Lancaster ont tendance à être soit de l'est soit de l'ouest, comme c'est le cas de ceux qui soufflent sur les stations côtières où les isohypses présentent une orientation générale est-ouest, comme au cap Charles Yorke et au cap Liverpool. Ces vents permettent de croire à l'existence d'un effet de canalisation dans le détroit de Lancaster, effet qui se prolonge vers l'est jusqu'à la zone de grille B-3.

En résumé, on peut dire que les directions des vents au point A sont analogues à celles qui existent à Resolute et elles semblent le mieux représenter les conditions réelles qui règnent au large des côtes dans le nord-ouest de la mer de Baffin. Les vents sont relativement fréquents et proviennent de toutes les directions, avec une dominante marquée des vents de l'est en juillet et en août ainsi que des vents du nord-ouest en septembre. Dans l'est du détroit de Lancaster, le pourcentage de fréquence des vents d'est est supérieur à celui qui existe au point A en juillet et en août. Les vents du nord-ouest en A virent au nord au large de l'est de l'île de Devon. Les vents du nord-ouest tournent vers l'ouest dans le détroit de Lancaster, particulièrement au voisinage de la côte sud. Des vents nord-est d'importance relative se produisent parfois au large du sud-est de l'île de Devon, particulièrement dans les sections nord des zones B-2 et B-3.

## 5.3 VITESSE DU VENT

Il n'existe aucun relevé sur de longues périodes pour la zone à l'étude, qui puisse servir à déterminer une répartition des vitesses du vent.

Les données accessibles les meilleures sont les relevés en provenance de Resolute, les observations des zones maritimes de Maxwell n$^{os}$ 11 et 12 ainsi que les vents déduits par Lachapelle à ses points A et B.

Les répartitions des vitesses du vent pour chacun de ces endroits, sauf pour le point B, sont indiquées aux figures 5.9 et 5.10 pour les mois d'août et de septembre respectivement. A tous les endroits, les vitesses du vent sont plus fortes en septembre qu'en août. Cette situation coincide avec la hausse appréciable du gradient de pression indiquée pour le mois de septembre à la figure 5.5 comparativement au gradient du mois d'août à la figure 5.4.

Les vitesses du vent déduites par Lachapelle pour le point B ont été examinées et la courbe de septembre est presque identique à celle qui est indiquée pour Resolute à la figure 5.10. Sa méthode présente des répartitions analogues de mois en mois aux points A et B, mais les vitesses du vent en B sont régulièrement supérieures à celles qui existent en A pendant la période qui va de juillet à septembre. On peut en dire autant des vents observés aux points 11 et 12. Les vents de Lachapelle en B donnent une première approximation assez juste du vent de surface réel, mais sans toutefois refléter les effets du relief. Pour cette raison, les résultats n'ont pas été indiqués dans le présent rapport.

En août et en septembre, les vents les plus forts ont été observés dans la zone n° 11, suivie par la zone n° 12 et par Resolute. Les vents les plus faibles se trouvent au point A, particulièrement en août (fig. 5.9), au moment où le gradient de pression régional semble avoir moins d'influence sur le courant de vent que les conditions locales. La courbe en A pour septembre se rapproche davantage des autres courbes indiquées à la figure 5.9, puisque le gradient de pression régional domine le courant de vent au cours de ce mois.

En s'appuyant sur les configurations de pression pour le mois d'août (fig. 5.3), il est pratiquement impossible d'avancer des propositions sûres au sujet des vitesses de vents comparables. Toutefois, en septembre, la vitesse du vent aux quatre lieux indiqués à la figure 5.10 devrait être analogue, si l'on s'appuie sur un examen du gradient de pression décrit à la figure 5.5. Il convient de noter la concordance entre Resolute et la zone n° 12, laquelle constitue le fondement sur lequel se sont appuyés Maxwell et coll. pour démontrer la compatibilité des données éoliennes de Resolute avec les conditions qui règnent dans la zone à l'étude. On pourrait s'attendre à une plus grande ressemblance entre les répartitions qui s'appliquent aux points A et 12; toutefois, la concordance est meilleure en septembre qu'en août.

Lachapelle a constaté que, pour d'autres zones, sa technique produisait des résulats à peu près conformes aux autres sources de données à long terme. Dans la région de la mer de Baffin et du détroit de Lancaster, la technique de Lachapelle ne fournirait manifestement pas des résultats aussi cohérents pendant les mois de juillet et d'août, lorsque le gradient de pression régional est un piètre indicateur de la vitesse réelle des vents de surface. La répartition en A pour septembre peut constituer une bonne approximation des conditions réelles sur une longue période. Mais la répartition qui s'applique à la zone n° 12 peut être trop élevée parce que le faible échantillonnage d'observations n'est peut-être pas représentatif des conditions présentes sur de longues périodes.

Les vitesses du vent qui ont été indiquées pour Resolute aux figures 5.9 et 5.10 n'ont pas été corrigées vers le haut afin de mieux représenter les conditions qui règnent au large des côtes. Une telle correction aurait contribué à déplacer la courbe de Resolute à proximité de celle qui est présentée pour la zone n° 11. Pour fins de calculs, on a estimé que les répartitions indiquées pour la zone n° 11 étaient représentatives des vitesses du vent au large des côtes, malgré la petite taille de l'échantillon. La zone n° 11 possède le plus grand nombre d'observations parmi

toutes les zones maritimes de la région et la majorité des observations ont été effectuées en août et en septembre. Aucune répartition pour les zones maritimes n'est indiquée pour le mois de juillet, parce qu'on a estimé que l'échantillonnage de données maritimes était trop petit au cours de ce mois pour donner des résultats fiables.

Les vents du large ne sont calmes qu'à raison de 3 à 5% du temps, ce qui est de beaucoup inférieur à la situation dans les stations terrestres de la côte. Les vitesses du vent augmentent normalement tous les mois pendant la période d'eaux libres, les changements les plus marqués se produisant en septembre. L'activité cyclonique augmente de fréquence et d'intensité à mesure que la saison avance et c'est en même temps la principale cause du régime des vents. En septembre, dans la zone maritime n° 11, la vitesse des vents dépasse 5 m/s (10 noeuds) 59% du temps, mais elle n'excède 17 m/s (33 noeuds) que pendant 3% du temps. Les vitesses du vent, en moyenne, sont plus élevées dans le détroit de Lancaster que dans les autres secteurs de la région. On estime que cette situation est due à la canalisation des vents d'est et d'ouest et à l'accélération qui en résulte. Dunbar (1979) a signalé que, selon les rapports des pilotes, la canalisation de l'air à travers le détroit de Smith entraînait des vitesses accrues des vents à basse altitude.

## 5.4 DURÉE DES VENTS

La nature discontinue des relevés d'observations maritimes synoptiques rend impossible toute analyse de durée des vents. Maxwell a supposé que le régime de vitesse des vents régnant à Resolute était relativement représentatif de la zone à l'étude, c'est pourquoi il s'en est servi pour indiquer les durées prévisibles. Il n'a apporté aucune correction pour tenir compte des différences existant entre les régimes côtiers et ceux du large. Le tableau 5.1 montre le nombre de phénomènes dont la durée est supérieure à 24 h pour des vents supérieurs à 17, 26 et 35 noeuds ainsi que la durée maximale de ces phénomènes. Des valeurs ont été données pour chacun des mois de la période juillet-novembre et ces valeurs reposent sur les données recueillies de 1953 à 1972.

Tableau 5.1 Nombre de phénomènes durables s'étendant sur plus de 24 heures et durée maximale (h) pour trois classes de vitesses du vent, à partir de la période complète de relevés de données pour Resolute de 1953 à 1972. Aucune correction n'a été apportée pour tenir compte des différences entre la côte et le large.

| Classe de vitesse du vent | Supérieure à 17 noeuds | | Supérieure à 26 noeuds | | Supérieure à 35 noeuds | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Mois | Nombre de phénomènes | Longueur maximale | Nombre de phénomènes | Longueur maximale | Nombre de phénomènes | Longueur maximale |
| Juillet | 47 | 145 | 7 | 35 | 0 | 15 |
| Août | 53 | 162 | 17 | 75 | 2 | 39 |
| Sept. | 53 | 87 | 8 | 56 | 4 | 36 |
| Octobre | 95 | 83 | 11 | 37 | 0 | 12 |
| Novembre | 66 | 142 | 18 | 59 | 4 | 48 |

Source: Maxwell et coll. (1980).

## 5.5 VENTS EXTRÊMES

Les méthodes traditionnelles d'analyses de valeurs extrêmes nécessitent des relevés continus et étalés sur de longues périodes. Resolute est la station la plus rapprochée de la zone à l'étude possèdant de tels relevés, c'est pourquoi ceux-ci ont été employés par Maxwell et coll. (1980) pour déterminer les valeurs de la période de récurrence des vents pour le nord-ouest de la mer de Baffin et le détroit de Lancaster. Les résultats sont présentés aux figures 5.11 et 5.12.

Dans ces calculs, Maxwell et coll. ont corrigé le vent de Resolute pendant la période d'eaux libres afin de compenser pour les effets de frottement moindres au-dessus des eaux. Les données s'appliquaient à la période de 1953-1978.

Les valeurs indiquées sont des valeurs moyennes d'une minute; les valeurs de rafales correspondantes peuvent être estimées en multipliant par 1,28.

Les vitesses extrêmes de vents ont été estimées être analogues dans le détroit de Lancaster et dans le nord-ouest de la mer de Baffin, bien qu'elles soient légèrement supérieures dans la mer de Baffin. La vitesse horaire maximale, telle qu'indiquée aux figures 5.11 et 5.12 a été estimée à 56 noeuds dans la mer de Baffin et à 57 noeuds dans le détroit de Lancaster pour une période de récurrence de 20 ans. Les points de référence auxquels ces estimations s'appliquent sont indiqués à la figure 1.1.

Une étude rigoureuse de la répartition directionnelle des vents extrêmes n'a pas été entreprise. Toutefois, Lachapelle a constaté une dominance des vents extrêmes de l'est et du sud-est. Thomson et Vickers (1980) en ont conclu que dans le nord-ouest de la mer de Baffin, les vents de 35 noeuds et plus qui durent au moins 6 heures proviennent surtout du nord-ouest ou du sud-est. Des vents d'est et d'ouest dominent dans le détroit de Lancaster, mais des variations se produisent à proximité de la côte. Par exemple, Headley (1979b) a signalé qu'une tempête dévastatrice survenue au havre Dundas le 29 juin 1927 possédait des vents de la force d'un ouragan en provenance du nord-est.

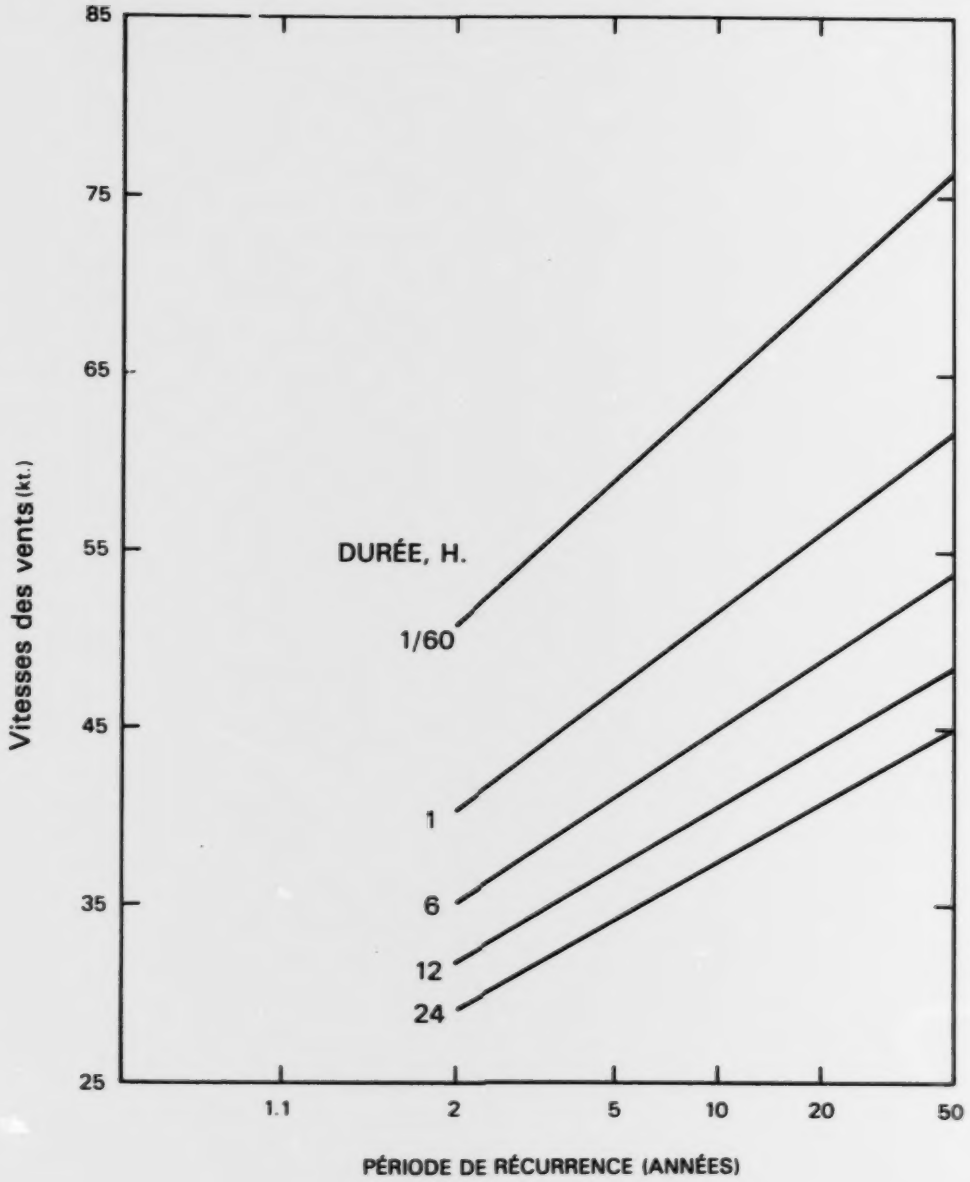



Figure 5.11 Vitesses des vents estimées pour le calcul, pour la période juillet-octobre dans le nord-ouest de la mer de Baffin

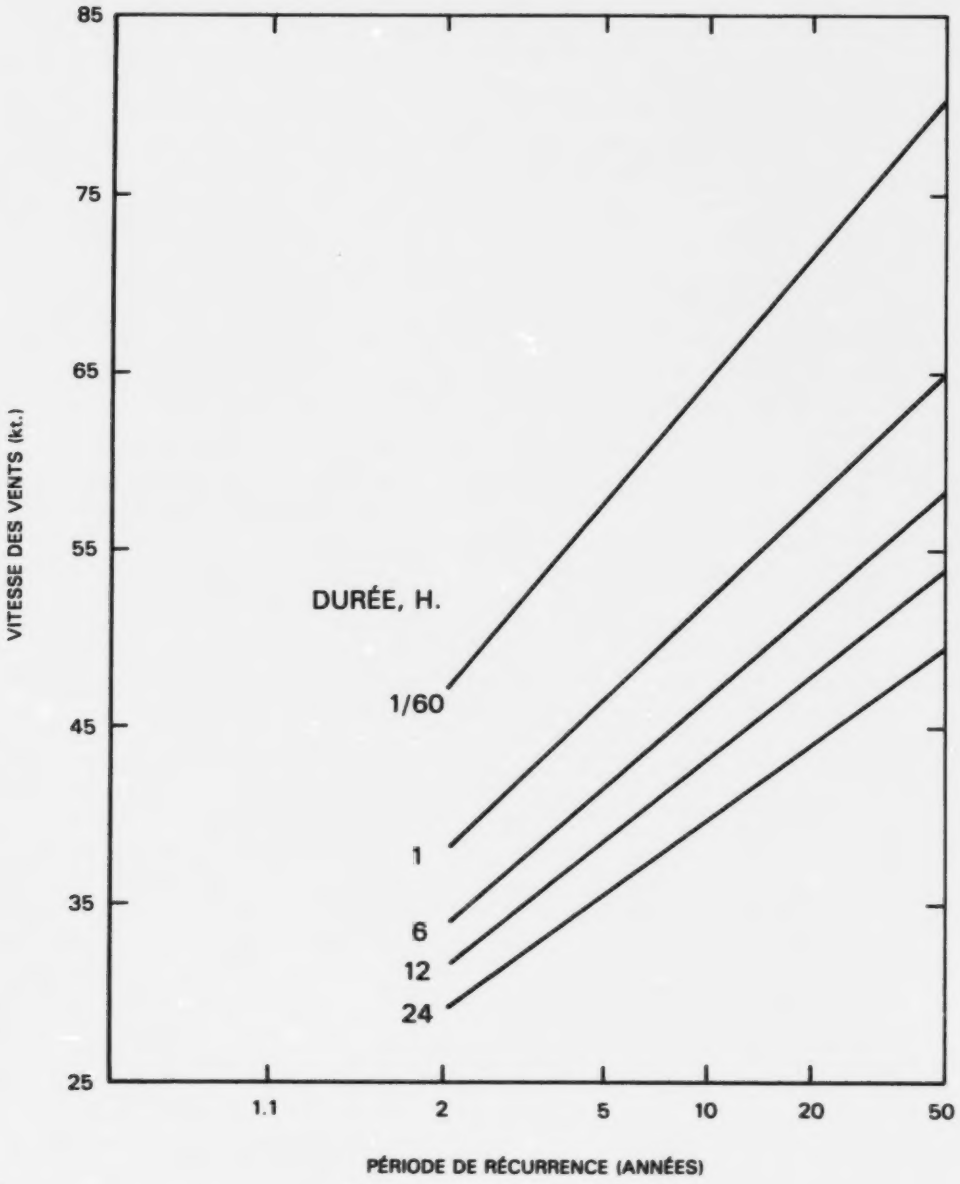



Figure 5.12 Vitesses des vents estimées pour le calcul, pour la période juillet-octobre dans le détroit de Lancaster

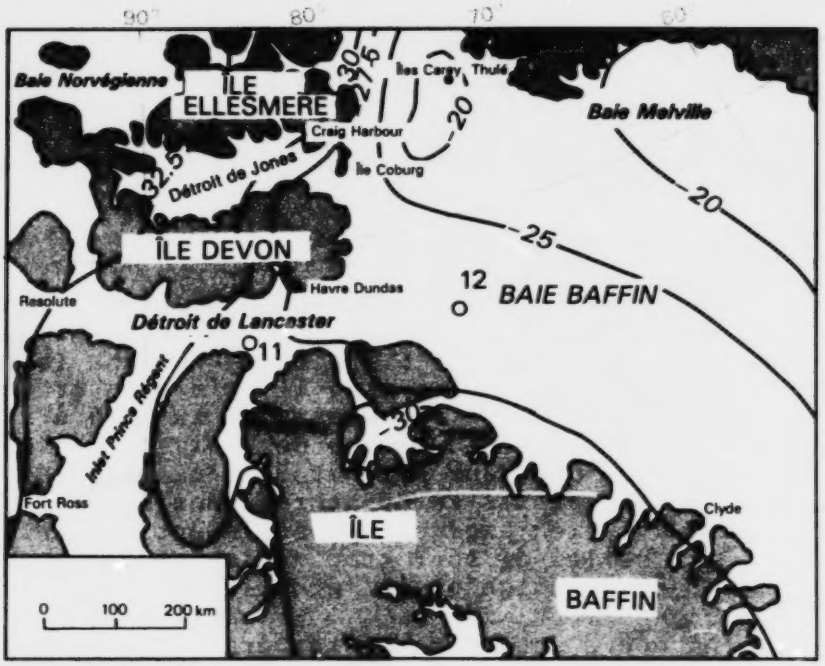
## 6.0 TEMPÉRATURE DE L'AIR

La température de l'air détermine en partie la période d'eaux libres, le degré et la vitesse de givrage des charpentes, la vitesse de formation de la glace de mer et le degré de confort des travailleurs.

## 6.1 TEMPÉRATURES MOYENNES DE L'AIR

Des cartes de la température quotidienne moyenne pour les mois de janvier, mai, juillet, août, septembre et octobre sont présentées aux figures 6.1 à 6.6. Pendant la période allant de l'automne au printemps, il existe un gradient de température d'est en ouest au-dessus de la zone à l'étude, lequel est plus intense au milieu de l'hiver. Le courant relativement doux des Eaux Nord et de l'ouest du Groenland contribuent à élever les températures dans le nord de la mer de Baffin. Les polynies exercent probablement des influences locales, mais celles-ci sont trop variables d'une année à l'autre pour être indiquées à l'échelle de ces cartes.

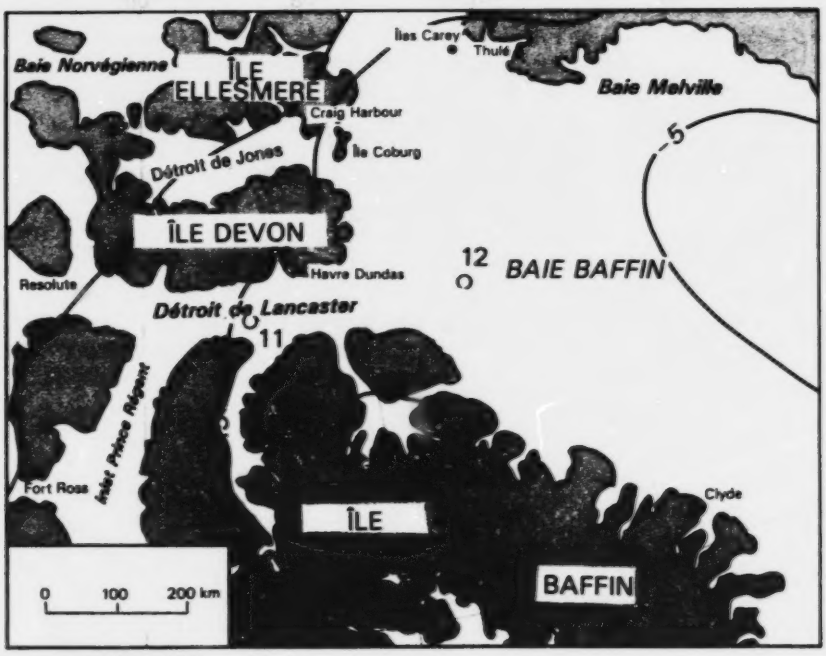
Au cours de l'été, la température moyenne au-dessus des eaux est relativement uniforme et atteint 3 à 4°C. Les superficies terrestres à basse altitude connaissent quelques degrés de plus. Les températures moyennes sur terre dépendent beaucoup de l'existence ou de l'absence d'un manteau nival, du type de surface et de végétation, de la distance de la côte et de l'altitude. Vers la fin de l'été, un gradient de température est réétabli et s'accroît progressivement au-dessus du nord-ouest de la mer de Baffin pendant les mois d'automne. Le gradient de température s'accroît en intensité au-dessus de l'est du détroit de Parry en octobre, ses valeurs moyennes décroissant vers l'ouest à partir de -5°C à proximité des emplacements de forage envisagés jusqu'à environ -15°C à Resolute. Le courant du nord apporte progressivement dans la région des invasions d'air arctique provenant de sources froides au-dessus de l'océan Arctique et du Groenland. Les isothermes de température au-dessous de zéro se déplacent vers le sud plus rapidement que la lisière de la couverture de glace, laquelle fait de l'automne la pire saison pour le givrage des charpentes (Dunbar, 1969).




Isotherm (°C)

Zones maritimes 11 et 12 et points de la grille des études météorologiques

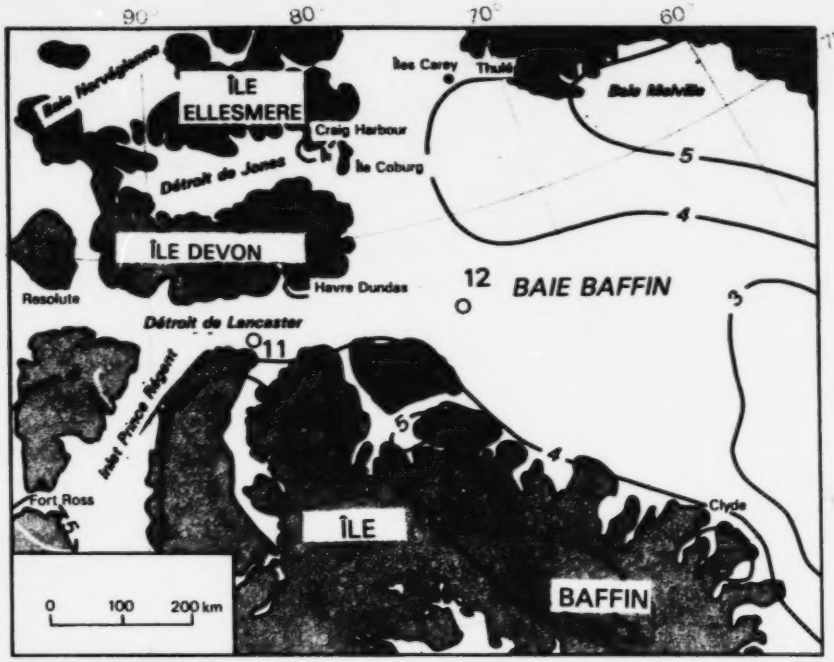
Figure 6.1 Températures quotidiennes moyennes en janvier




Isotherm (°C)

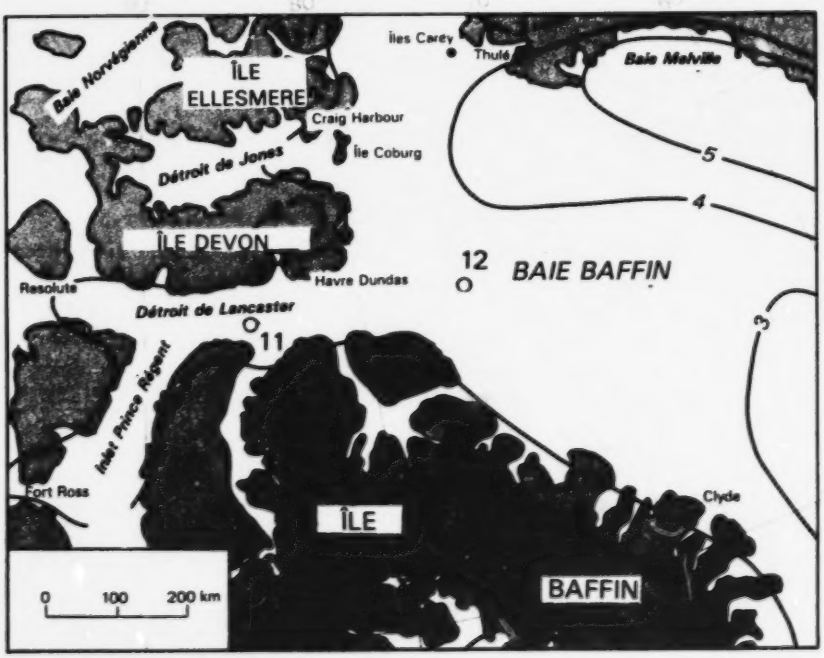
Zones maritimes 11 et 12 et points de la grille des études météorologiques

Figure 6.2 Températures quotidiennes moyennes en mai



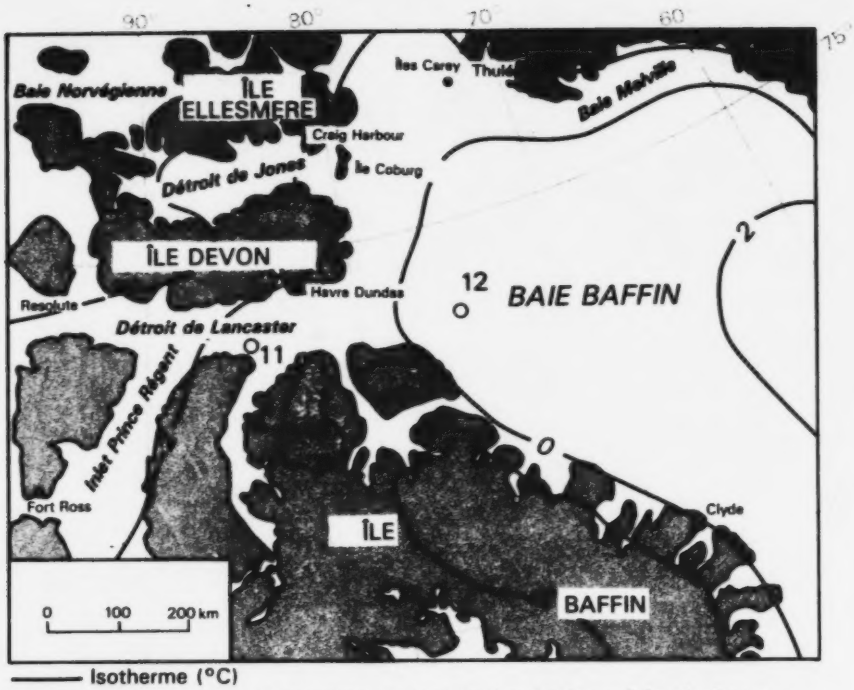

——— Isotherme (°C)
Zones maritimes 11 et 12 et points de la grille des études météorologiques

Figure 6.3 Températures quotidiennes moyennes en juillet




——— Isotherme (°C)
Zones maritimes 11 et 12 et points de la grille des études météorologiques

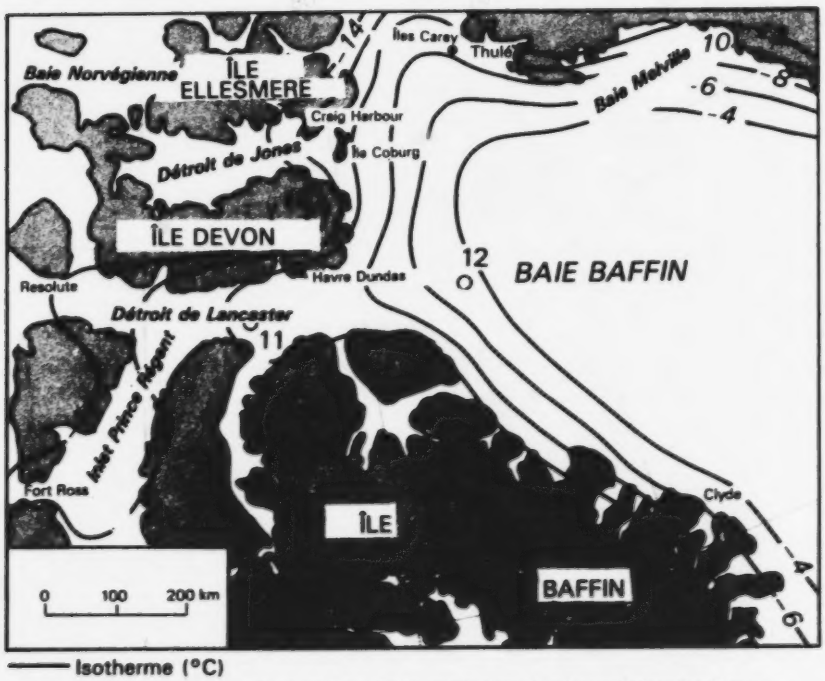
Figure 6.4 Températures quotidiennes moyennes en août




——— Isotherme (°C)

Zones maritimes 11 et 12 et points de la grille des études météorologiques

Figure 6.5 Températures quotidiennes moyennes en septembre




——— Isotherme (°C)

Zones maritimes 11 et 12 et points de la grille des études météorologiques

Figure 6.6 Températures quotidiennes moyennes en octobre

## 6.2 TEMPÉRATURES EXTRÊMES DE L'AIR

Les températures maximales extrêmes moyennes des stations terrestres varient entre près de 20°C en juillet et au début du mois d'août à près de 0°C en hiver. Les températures minimales extrêmes varient entre -5°C en été et -50°C en hiver.

Un résumé des températures quotidiennes moyennes et extrêmes moyennes au cours de la période allant de juillet à novembre est présenté au tableau 6.1 à la fois pour les emplacements terrestres et pour les emplacements maritimes. Les valeurs moyennes pour les zones maritimes sont analogues à celles des stations terrestres en juillet et en août. Les stations maritimes connaissent des températures plus douces au cours des mois de septembre et octobre.

La figure 6.7 donne la température minimale extrême prévue pour l'aéroport de Resolute pour diverses périodes de récurrence au cours des mois allant de juillet à octobre et de juillet à novembre. Ces valeurs sont probablement légèrement plus froides que celles auxquelles on pourrait s'attendre dans le voisinage de la zone à l'étude, laquelle subit l'influence des eaux libres.

Le pourcentage de fréquence des classes de température de l'air au cours de la période juillet-octobre est indiqué pour la zone de grille n° 11 au tableau 6.2, pour la zone de grille n° 12 au tableau 6.3 et pour Resolute au tableau 6.4. Dans la zone de grille n° 12, les températures se situent entre 0,1 et 4,4°C pendant plus de 65% du temps au cours des mois de juillet et août. Dans la zone de grille n° 11, les températures se situent entre 0,1 et 6,7°C pendant plus de 65% du temps en juillet et août.

En septembre, les températures se situent entre -2,1 et 2,2°C pendant plus de 60% du temps tant dans la zone de quadrillage n° 11 que dans la zone n° 12. En octobre, les écarts de températures sont plus étendus en raison du gel qui fait descendre la température de l'air plus souvent.

## 6.3 REFROIDISSEMENT ÉOLIEN

Le facteur de refroidissement éolien est une mesure de la vitesse de déperdition thermique que subit un objet exposé, ce facteur étant mesuré en watts/$m^2$. Ainsi, une valeur de 2 700 watts/$m^2$ indique que la peau exposée est susceptible de geler en moins d'une demi-minute dans le cas d'une personne moyenne (SEA, 1976).

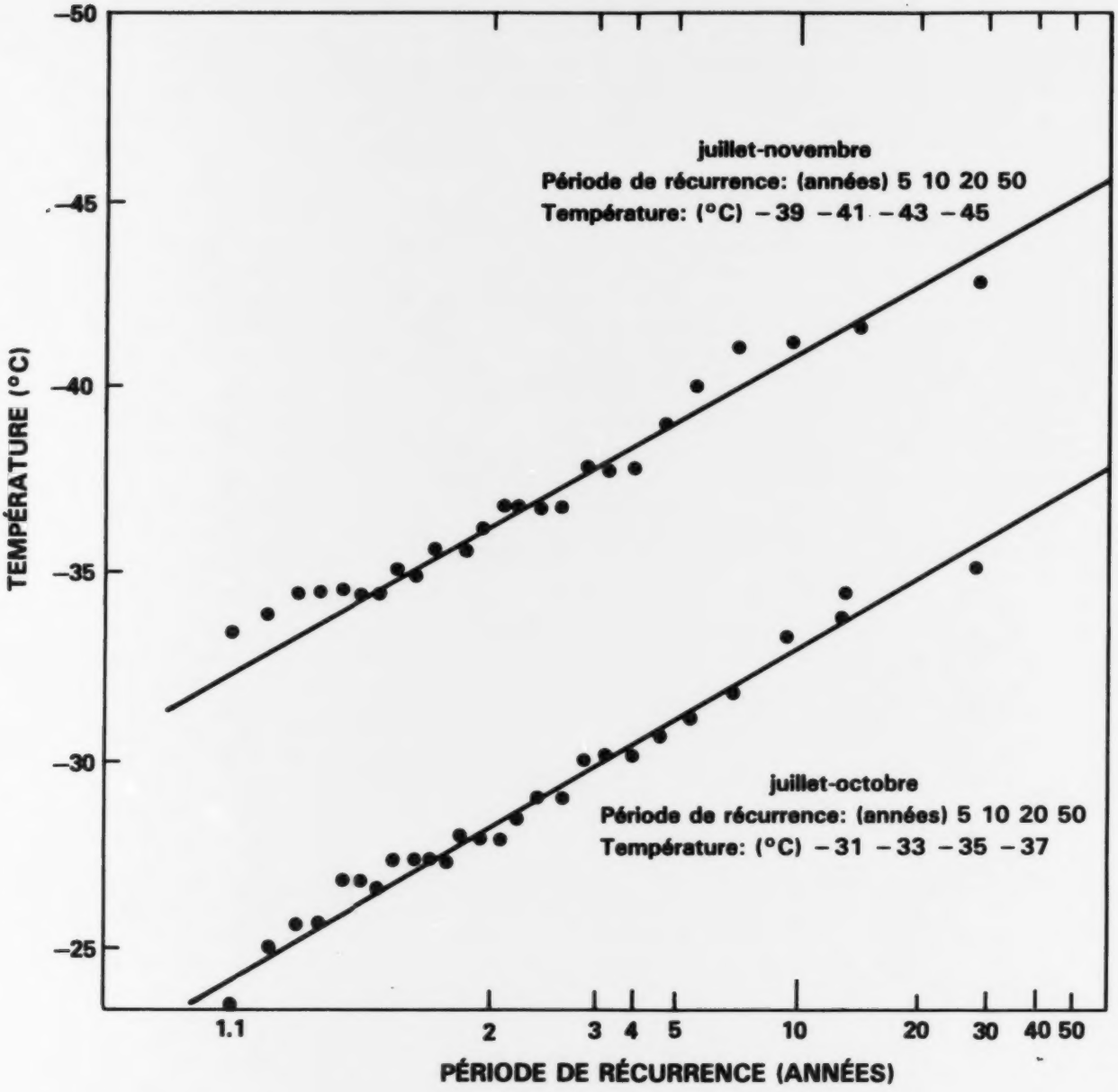
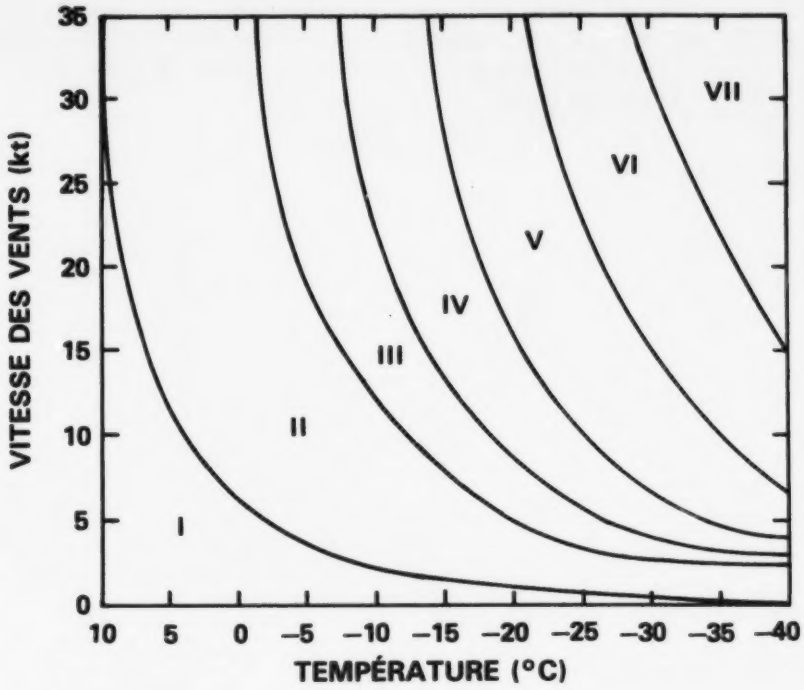



Figure 6.7 Températures minimales extrêmes prévues pour diverses périodes de récurrence à Resolute A




**Classes de confort**

**I** À l'aise en prenant des précautions normales.

**II** Il devient difficile de travailler et de voyager à moins d'être vêtu chaudement.

**III** Il devient dangereux de travailler et de voyager à moins d'être vêtu chaudement. Il est obligatoire de porter de chauds vêtements de dessus.

**IV** La peau découverte gèlera après avoir été exposée directement au froid pendant une longue période. Il est obligatoire de porter de chauds vêtements de dessus.

**V** La peau découverte peut geler en une minute après avoir été exposée au froid. Il est nécessaire de porter plusieurs épaisseurs de vêtements et important de bien se protéger le visage. Il n'est pas conseillé de travailler ou de voyager seul.

**VI** Il est obligatoire de bien se protéger le visage. Il est interdit de travailler ou de voyager seul. Les surveillants doivent répartir le temps d'exposition en établissant avec soin les horaires de travail.

**VII** Les employés se fatiguent vite. Le travail par paire et l'observation sont obligatoires.

Figure 6.8 Classes de confort en fonction du refroidissement éolien à partir des effets combinés de la température et du vent

Tableau 6.1 Résumé des valeurs mensuelles de température moyenne et extrême. Les chiffres entre parenthèses indiquent la période de relevé à chacune des stations.

| Station | Température quotidienne moyenne (°C) | | | | Valeur maximale de la température (°C) | | | | Valeur minimale de la température (°C) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Juil. | août | sept. | oct. | nov. | juil. | août | sept. | oct. | nov. | juil. | août | sept. | oct. | nov. |
| Arctic Bay (1938-65) | 5,8 | 4,8 | -1,6 | -11,1 | -21,1 | 23,9 | 18,3 | 13,3 | 6,7 | 2,2 | -5,6 | -4,4 | -15,0 | -32,2 | -41,1 |
| Clyde (1946-70) | 4,6 | 4,0 | -0,1 | -6,6 | -16,9 | 22,2 | 20,0 | 12,8 | 6,1 | 6,7 | -5,6 | -5,6 | -16,1 | -25,6 | -35,0 |
| Ile Coburg (1972-74) | 3,9 | 3,1 | -3,1 | -10,2 | -19,6 | 12,2 | 13,9 | 7,2 | 0,0 | 1,1 | -2,2 | -3,9 | -15,0 | -25,6 | -35,6 |
| Craig Harbour (1934-40) | 5,0 | 3,3 | -2,2 | -11,1 | -20,6 | 16,1 | 11,1 | 7,2 | 4,4 | 1,1 | -1,7 | -5,6 | -10,6 | -23,3 | -35,0 |
| Havre Dundas (1930-33, 1945-50) | 5,6 | 4,3 | -1,0 | -9,1 | -15,4 | 17,8 | 17,1 | 11,1 | 2,2 | 2,4 | -2,2 | -3,1 | -14,0 | -23,9 | -35,0 |
| Pond Inlet (1922-60) | 5,1 | 4,7 | -1,1 | -10,3 | -21,2 | 20,0 | 17,2 | 15,6 | 7,2 | 3,9 | -6,1 | -3,3 | -17,8 | -28,9 | -46,1 |
| Resolute A (1947-70) | 4,3 | 2,7 | -4,9 | -14,7 | -24,2 | 18,3 | 15,0 | 8,9 | 0,0 | -2,9 | -2,8 | -8,3 | -20,6 | -35,0 | -42,8 |

Tableau 6.1 (suite)

| Station | Température quotidienne moyenne (°C) | | | | | Valeur maximale de la température (°C) | | | | | Valeur minimale de la température (°C) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Juil. | août | sept. | oct. | nov. | juil. | août | sept. | oct. | nov. | juil. | août | sept. | oct. | nov. |
| Zone maritime n° 7 de la grille (1947-72) | 2,9 | 3,2 | -1,4 | -4,2 | - | 10,0 | 8,9 | 5,6 | 1,6 | - | -3,3 | -1,7 | -8,3 | -12,2 | - |
| Zone maritime n° 11 de la grille (1947-72) | 4,4 | 3,4 | 0,1 | -5,8 | - | 8,3 | 12,8 | 6,7 | 2,8 | - | 1,7 | -1,7 | -9,4 | -15,0 | - |
| Zone maritime n° 12 de la grille (1947-72) | 3,8 | 3,6 | -0,3 | -5,8 | - | 8,3 | 12,8 | 6,7 | 2,8 | - | 1,7 | -1,1 | -7,2 | -16,7 | - |
| Zone maritime n° 18 de la grille (1949-72) | - | 3,8 | -1,6 | -4,3 | - | - | 11,1 | 10,0 | 2,2 | - | - | -1,1 | -3,9 | -13,3 | - |

Source: Maxwell et coll. (1980).

Tableau 6.2 Pourcentage de fréquence des classes de température pendant la période de relevé de la zone maritime n° 11 de la grille.

| Température (°C) | Pourcentage de fréquence | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Juillet | Août | Septembre | Octobre |
| 13,4 à 15,6 | | 0,1 | | |
| 11,2 à 13,3 | 0,4 | 0,5 | | |
| 9,0 à 11,1 | 2,8 | 1,3 | 0,1 | |
| 6,8 à 8,9 | 12,1 | 5,6 | 0,1 | |
| 4,5 à 6,7 | 24,5 | 14,0 | 2,3 | |
| 2,3 à 4,4 | 38,9 | 39,2 | 11,4 | 0,3 |
| 0,1 à 2,2 | 19,0 | 34,8 | 34,3 | 1,4 |
| - 2,1 à 0,0 | 2,3 | 4,5 | 32,8 | 10,7 |
| - 4,3 à -2,2 | | * | 11,8 | 16,8 |
| - 6,6 à -4,4 | | | 4,0 | 22,3 |
| - 8,8 à -6,7 | | | 1,7 | 19,0 |
| -11,0 à -8,9 | | | 1,1 | 12,5 |
| -13,2 à -11,1 | | | 0,4 | 8,0 |
| -15,5 à -13,3 | | | | 5,8 |
| -17,7 à -15,6 | | | | 2,6 |
| -19,9 à -17,8 | | | | 0,6 |

*Moins de 0,05
Source: Maxwell et coll. (1980)

Tableau 6.3 Pourcentage de fréquence des classes de température pendant la période de relevé de la zone maritime n° 12 de la grille.

| Température (°C) | Pourcentage de fréquence | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Juillet | Août | Septembre | Octobre |
| 9,0 à 11,1 | 1,1 | 0,9 | | |
| 6,8 à 8,9 | 5,3 | 3,0 | | 1,5 |
| 4,5 à 6,7 | 24,5 | 24,1 | 1,2 | 7,6 |
| 2,3 à 4,4 | 31,9 | 40,3 | 10,8 | 13,6 |
| 0,1 à 2,2 | 35,1 | 29,4 | 28,3 | 8,4 |
| -2,1 à 0,0 | 2,1 | 2,3 | 40,8 | 22,0 |
| -4,3 à -2,2 | | | 12,0 | 14,4 |
| -6,6 à -4,4 | | | 5,1 | 14,4 |
| -8,8 à -6,7 | | | 1,7 | 3,8 |
| -11,0 à -8,9 | | | 0,3 | 4,5 |
| -13,2 à -11,1 | | | | 3,8 |
| -15,5 à -13,3 | | | | 1,5 |
| -17,7 à -15,6 | | | | 4,5 |

Source: Maxwell et coll. (1980)

Tableau 6.4 Pourcentage de fréquence des classes de température pendant la période 1957-1966 pour Resolute A.

| Température (°C) | Pourcentage de fréquence | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Juillet | Août | Septembre | Octobre | Novembre |
| 13,4 à 15,6 | 0,1 | | | | |
| 11,2 à 13,3 | 0,2 | | | | |
| 9,0 à 11,1 | 1,4 | 0,2 | | | |
| 6,8 à 8,9 | 5,8 | 3,1 | | | |
| 4,5 à 6,7 | 19,8 | 10,7 | 0,2 | | |
| 2,3 à 4,4 | 27,3 | 29,0 | 1,6 | | |
| 0,1 à 2,2 | 35,4 | 34,2 | 6,2 | | |
| -2,1 à 0,0 | 9,8 | 17,2 | 17,7 | 0,2 | |
| -4,3 à -2,2 | 0,2 | 5,1 | 22,3 | 2,6 | 0,2 |
| -6,6 à -4,4 | | 0,5 | 17,5 | 3,5 | 0,8 |
| -8,8 à -6,7 | | | 14,0 | 9,0 | 1,8 |
| -11,0 à -8,9 | | | 8,8 | 9,6 | 3,3 |
| -13,2 à -11,1 | | | 6,4 | 12,3 | 3,7 |
| -15,5 à -13,3 | | | 3,6 | 13,2 | 3,5 |
| -17,7 à -15,6 | | | 1,3 | 12,6 | 4,4 |
| -19,9 à -17,8 | | | 0,3 | 11,1 | 7,8 |
| -22,1 à -20,0 | | | * | 9,3 | 9,8 |
| -24,3 à -22,2 | | | | 6,9 | 10,3 |
| -26,6 à -24,4 | | | | 4,7 | 15,1 |
| -28,8 à -26,7 | | | | 3,3 | 14,5 |
| -31,0 à -28,9 | | | | 1,3 | 10,8 |
| -33,2 à -31,1 | | | | 0,3 | 9,0 |
| -35,5 à -33,3 | | | | 0,1 | 3,4 |
| -37,7 à -35,6 | | | | | 1,6 |

*Moins de 0,05
Source: Maxwell et coll. (1980)

Tableau 6.5 Pourcentage de fréquence des classes de confort par rapport au refroidissement éolien*

| Station | Classe de confort | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Mois | I | II | III | IV | V | VI | VII |
| Havre Dundas | | | | | | | | |
| | Juillet | 72 | 28 | | | | | |
| | Septembre | 35 | 53 | 10 | 1 | | | |
| | Novembre | 4 | 34 | 23 | 17 | 18 | 4 | |
| Resolute A | | | | | | | | |
| | Juillet | 42 | 53 | 2 | | | | |
| | Septembre | 13 | 58 | 21 | 7 | ** | | |
| | Novembre | 3 | 16 | 19 | 21 | 26 | 14 | 1 |

*Classes de confort définies à la figure 5.19.
**Moins de 0,5%.

Source: Maxwell et coll. (1980).

Une version modifiée du nomogramme de refroidissement éolien normal qui divise le graphique de base en sept classes de confort est présentée à la figure 6.8. La fréquence de ces classes pour les mois de juillet, septembre et novembre à Resolute et au havre Dundas est indiquée au tableau 6.5. Le tableau précise que la classe de confort n$^{o}$ 6 est la plus rigoureuse qu'il soit possible de subir dans le secteur et que ce degré de refroidissement éolien ne devrait pas se produire plus de 5 à 10% du temps même en novembre. Maxwell (1980) a déterminé que les conditions rigoureuses des classes V à VII sont courantes dans le voisinage du détroit de Lancaster de décembre à mars. Le tableau 6.5 suggère une légère diminution du refroidissement éolien quand on passe d'est en ouest, mais les grands vents d'automne dans la zone de forage envisagée pourraient compenser l'effet des températures plus élevées.

## 7.0 ÉTAT DE LA MER

L'état de la mer est un facteur important pour déterminer la durée de forage ainsi que les limites de sécurité auxquelles sont soumis les navires de forage et les navires de soutien. Il est ici question à la fois des vagues de vent et de la houle.

## 7.1 VAGUES DE VENT

### 7.1.1 Analyse de Maxwell

Le pourcentage de fréquence des hauteurs significatives des vagues observées pour les points maritimes de la grille pendant les mois d'août et de septembre est indiqué à la figure 7.1. Les vagues les plus élevées se produisent en septembre. Les vagues supérieures à 2,4 m sont de plus en plus fréquentes à mesure qu'on se déplace du détroit de Lancaster (zone n° 11) vers le nord-ouest de la mer de Baffin (zone n° 12) en septembre.

### 7.1.2 Analyse de Duck

L'application de la technique de Bretschneider aux vents modifiés de Resolute par Duck, [voir Maxwell et coll. (1980) et Duck et coll. (1977)] a donné les résultats indiqués à la figure 7.2. Pour une période de récurrence de 20 ans, la hauteur significative extrême des vagues estimée dans le nord-ouest de la mer de Baffin est de 8,1 m. La hauteur extrême des vagues correspondantes serait de 14,7 m, en utilisant un facteur de conversion de 1,8 [d'après Thom, (1971)]. Ces valeurs sont une fois et demie celles qui ont été estimées pour le détroit de Lancaster en raison de la fourchette plus grande des courses potentielles dans la mer de Baffin. Ces estimations s'appliquent aux points de référence indiqués à la figure 1.1.

### 7.1.3 Analyse de Thomson-Vickers

Thomson et Vickers ont observé que la tempête qui a produit les vagues les plus hautes, s'est produite du 25 au 27 septembre 1974. La hauteur calculée de la vauge significive la plus haute, était de 6 m. Une période prolongée de vents provenant du sud-est au-dessus de la Baie de Baffin à engendré ces vagues. Des vents dépassant SS km/hr ont présenté de 6 à 12 heures. La longuer maximale de course était de 84 km.

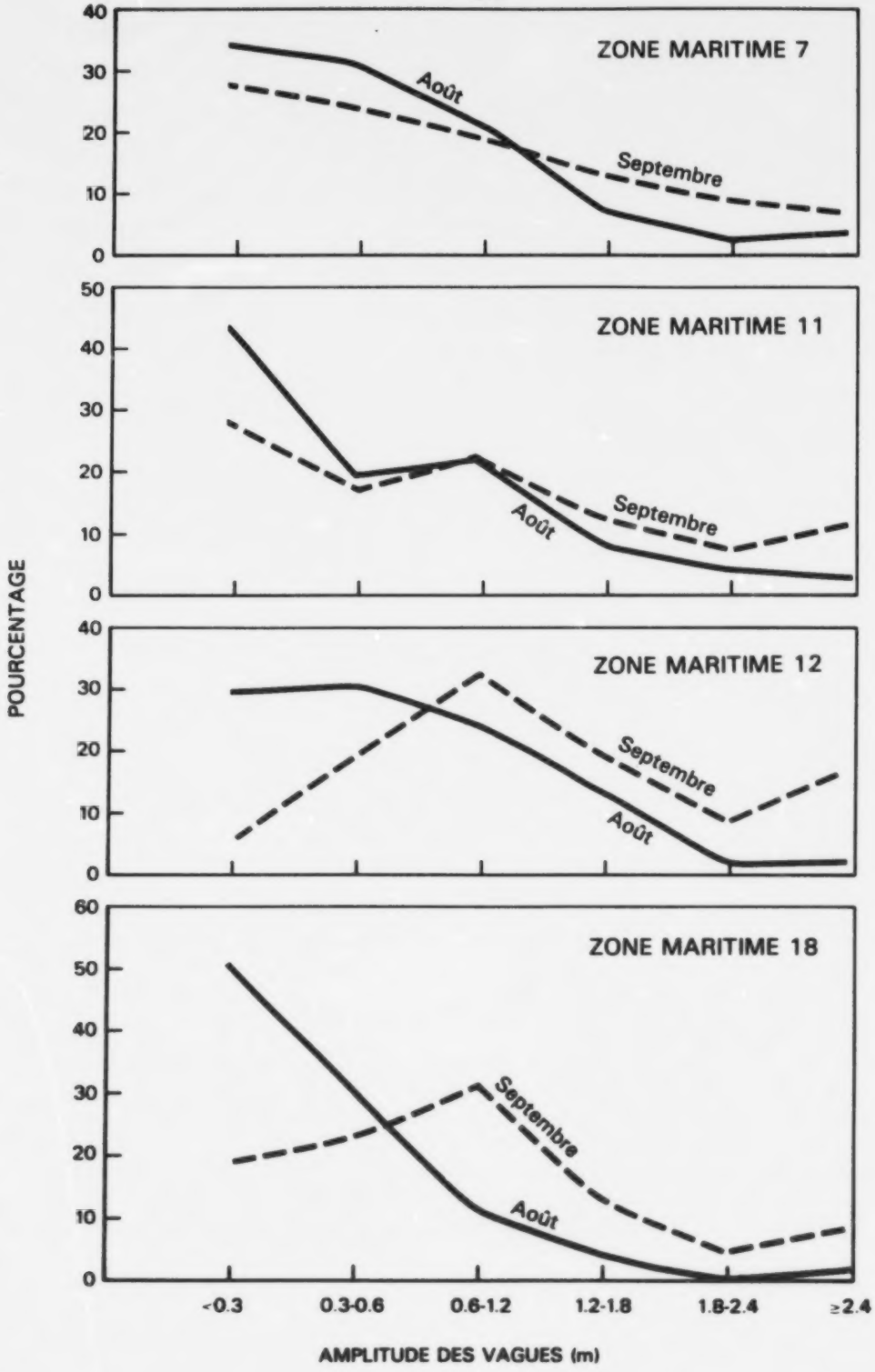



**Figure 7.1** Pourcentage de fréquence des hauteurs de vague observées pour certaines zones maritimes en août et septembre

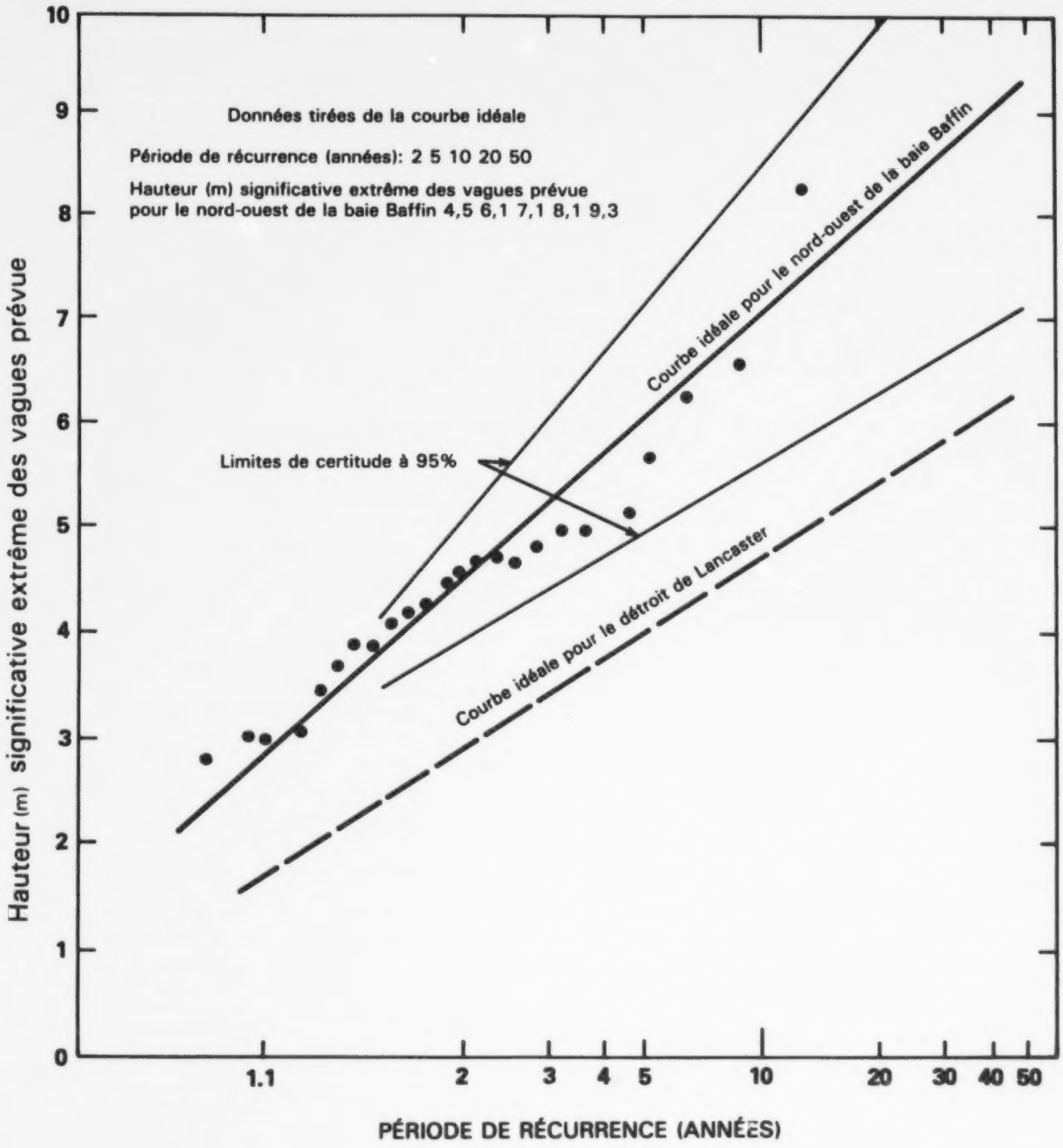



**Figure 7.2** Hauteur significative extrême des vagues prévue pour le nord-ouest de la mer de Baffin et le détroit de Lancaster

La période de la vague significative était de 12 s. La hauteur maximale des vagues a été calculée à 8 m, avec une période de 13 s.

### 7.1.4 Lachapelle (1980)

Lachapelle a constaté que la vague significative la plus haute à son point A était 8,7 m et que la hauteur, pour la période de récurrence de 20 ans, était de 9,0 m. Les longueurs maximales de course employées ont été de 1 000 km.

Les hauteurs et les périodes des vagues calculées en B et en C n'ont pas été considérées, parce que les vents employés pour produire les vagues n'étaient pas suffisamment modifiés pour tenir compte des effets du relief.

### 7.1.5 Discussion

Les hauteurs significatives des vagues observées et prévues à priori, dans le nord-est de la mer de Baffin sont indiquées au tableau 7.1. La méthode employée par Lachapelle produit les valeurs les plus grandes, mais elles sont relativement voisines de celles qui ont été déterminées par Duck.

Les courses et la couverture de glace ont été déterminées en détail pour chacun des phénomènes extrêmes dans les calculs effectués par Duck et Thomson-Vickers tandis que Lachapelle supposait que, dans un mois donné, les vents extrêmes coincidaient avec la limite minimale de couverture de glace. La course maximale dans l'étude effectuée par Lachapelle était de 150 km de plus que celle employée par Duck et Thomson-Vickers dans des études de phénomènes extrêmes réels.

Toutes les méthodes annoncent des valeurs plus grandes que celles qui sont observées; toutefois, le nombre d'observations directes est restreint.

En résumé, on peut dire que la hauteur significative maximale des vagues dans la zone à l'étude peut être prévue pour les mois de septembre ou octobre, avant le gel. La valeur de la période de récurrence de 20 ans de la vague significative la plus haute devrait être voisine de 9 m avec une valeur maximale extrême voisine de 15 m, et c'est dans la mer de Baffin que le phénomène est le plus susceptible de se produire. Les hauteurs de vagues qui se produisent dans le détroit de Lancaster sont inférieures à celles que l'on rencontre dans le nord-ouest de la mer de Baffin en raison des longueurs de course plus petites.

Tableau 7.1 Hauteurs significatives des vagues calculées par Duck, Lachapelle, Thomson et Vickers, et valeurs observées dans le nord-ouest de la mer de Baffin.

| | |
|---|---|
| Vagues les plus hautes prévues à priori en A | 8,7 m |
| Période de récurrence de 20 ans en A | 9,0 m |
| Vagues les plus hautes observées dans la zone maritime n° 12 | 5,8 m |
| Hauteur des vagues sur une période de récurrence de 20 ans calculée par Maxwell et coll. (1980) | 8,1 m |
| Hauteur significative des vagues pour la tempête violente du 26 septembre 1974 calculée par Thomson et Vickers | 5,5 m |
| Hauteur théorique de la vague de pointe pour la tempête du 26 septembre | 7,6 m |

Source: Lachapelle (1980).

La méthode de Duck produit probablement les résultats les plus précis, mais la méthode de Lachapelle est bonne pour des fins de planification puisque les valeurs sont considérées comme de légères surestimations. Les estimations de Thomson et Vickers peuvent être plus basses parce qu'elles ne portent que sur une période d'étude de 10 ans.

## 7.2 HOULE

On ne sait pas grand chose au sujet de la houle dans le nord-ouest de la mer de Baffin et dans le détroit de Lancaster. En procédant par déduction, on peut constater que la houle produite par des tempêtes dans le sud de la mer de Baffin et dans le détroit de Davis est susceptible d'atteindre le nord-ouest de la mer de Baffin, sans toutefois pénétrer dans le détroit de Lancaster, par suite de la dispersion occasionnée par les terres environnantes.

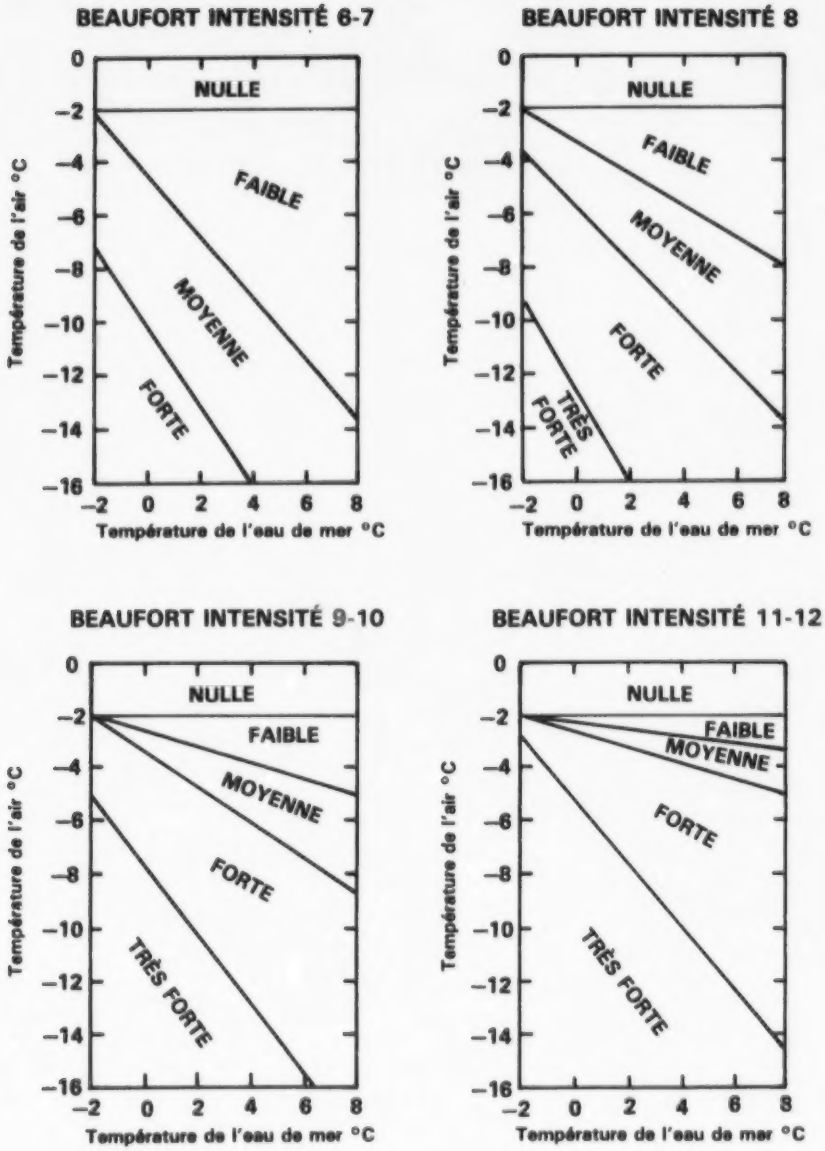
Marex (1973) a noté que les effets de la houle ne devraient pas être notables au cours des mois de juillet et août, mais ils devraient être plus marqués en septembre et en octobre.

## 8.0 GIVRAGE DES CHARPENTES

Un aspect important de la météorologie des régions froides tient à ce que de la glace peut se former sur les constructions exposées aux intempéries. Ce problème est encore plus grave dans les régions de l'Arctique situées au large des côtes, où la température de l'air peut descendre bien au-dessous du point de congélation de l'eau de mer avant que la couverture de glace de mer ne restreigne les activités maritimes. L'estimation et la prévision de ce givrage sont importantes lorsqu'il s'agit de faire face à des conditions de travail difficiles, à des complications mécaniques et à la stabilité réduite des navires; tous ces facteurs sont susceptibles de se produire vers la fin de l'automne. Cette section a pour but d'examiner les cas passés de phénomènes extrêmes et graves de givrage des charpentes causés par les embruns marins dans le nord-ouest de la mer de Baffin.

### 8.1 MÉTHODE

Les résultats indiqués ici proviennent de Maxwell et coll. (1980) et la méthode adoptée a été la même que celle qui avait été employée par Berry et coll. (1975) ainsi que par Duck et coll. (1977). Les phénomènes ont été sélectionnés pour fins d'analyse en s'appuyant sur des critères météorologiques établis dans les nomogrammes élaborés par Mertins (1968) et qui sont indiqués à la figure 8.1. A partir de ces diagrammes, un programme informatique utilisant la température de l'air, la température à la surface de la mer et la vitesse du vent a été mis au point pour établir des interpolations linéaires des vitesses d'accumulation des glaces entre les limites des classes de rigueur indiquées (Berry et coll. 1975). Pour chacune des années de la période de 1953-1977, les phénomènes extrêmes qui présentaient le plus de conditions dangereuses de vent et de températures froides ont été retenus à partir des données de Resolute. Dans la sélection des phénomènes, on a supposé que la période de givrage s'étendait à partir du moment où la couverture de glace de mer devenait inférieure à une concentration de 3/10 sur 25% de la zone de référence au moment du dégel jusqu'à l'époque où une couverture de glace de 3/10 s'était reformée à l'automne. L'analyse du fort givrage comprend seulement les phénomènes pour lesquels la vitesse d'accumulation des glaces a été supérieure ou égale à 7,0 cm par période de 24 h et elle comprend tous les phénomènes assimilables pour chacune des saisons allant de 1963 à 1974. Avant que les vitesses d'accumulation des glaces ne soient déterminées, les données sur le vent de Resolute ont été corrigées afin de correspondre aux conditions qui règnent au-dessus de l'eau. Pendant le calcul des accumulations de glace, une température de la surface de la mer de 1°C a été employée pour les phénomènes de septembre et de 0°C pour les phénomènes survenus en octobre.




Épaisseur du givrage Faible = 1-3cm/24h
Moyenne = 4-6cm/24h
Forte = 7-14cm/24h
Très forte ≥15cm/24h

Figure 8.1 Conditions de givrage dû aux embruns marins

## 8.2 DISCUSSION

Les résultats de l'analyse des valeurs extrêmes pour le nord-ouest de la mer de Baffin sont présentés à la figure 8.2. La quantité totale des glaces accumulées pour chacun des phénomènes extrêmes annuels est indiquée en même temps que la courbe de concordance idéale. Dans cette analyse, le phénomène extrême pouvait produire 18,7 cm de glace. Pour une période de récurrence de 20 ans, le phénomène extrême prévu aurait dû produire 18,2 cm de glace. Cette valeur est d'environ 6 cm supérieure à celle qui a été estimée pour le détroit de Lancaster par Duck et coll. (1977).

Les résultats de l'analyse des phénomènes de fort givrage sont présentés au tableau 8.1. Les hausses des taux d'accumulation de la glace sont données dans la première colonne de ce tableau, tandis que les durées moyennes et maximales de ces taux sont fournies dans les deuxième et troisième colonnes. Les taux qui se trouvent dans la première colonne doivent être traitées comme des valeurs minimales. Par exemple, pour la première hausse, un taux d'accumulation de la glace d'au moins 7,0 cm/24 h semble durer, en moyenne, 4,5 h. Cependant, un tel phénomène a duré jusqu'à 38 h. Dans le même exemple, la quatrième colonne indique qu'il y a eu 374 observations à l'heure dans l'ensemble de données pour lequel le taux d'accumulation de la glace a été égal ou supérieur à 7,0 cm/24 h. Par conséquent, le seuil de fort givrage a été atteint ou dépassé à raison de 31,2 h par année (374 divisé par 12 ans) en moyenne.

Il faut noter ici que les renseignements fournis n'indiquent pas la probabilité de phénomènes de fort givrage se succédant en séquence rapprochée.

Bien que le givrage des charpentes causé par les pluies verglaçantes, la neige, le brouillard marin ou la fumée de mer arctique crée moins d'accumulation que celui qui est dû aux embruns marins, il peut quand même être important. Par exemple, Rae (1951) a signalé qu'à Resolute, 9,1 mm de glace s'étaient déposés sur des surfaces exposées pendant une période de 24 h de pluies verglaçantes en septembre 1948.

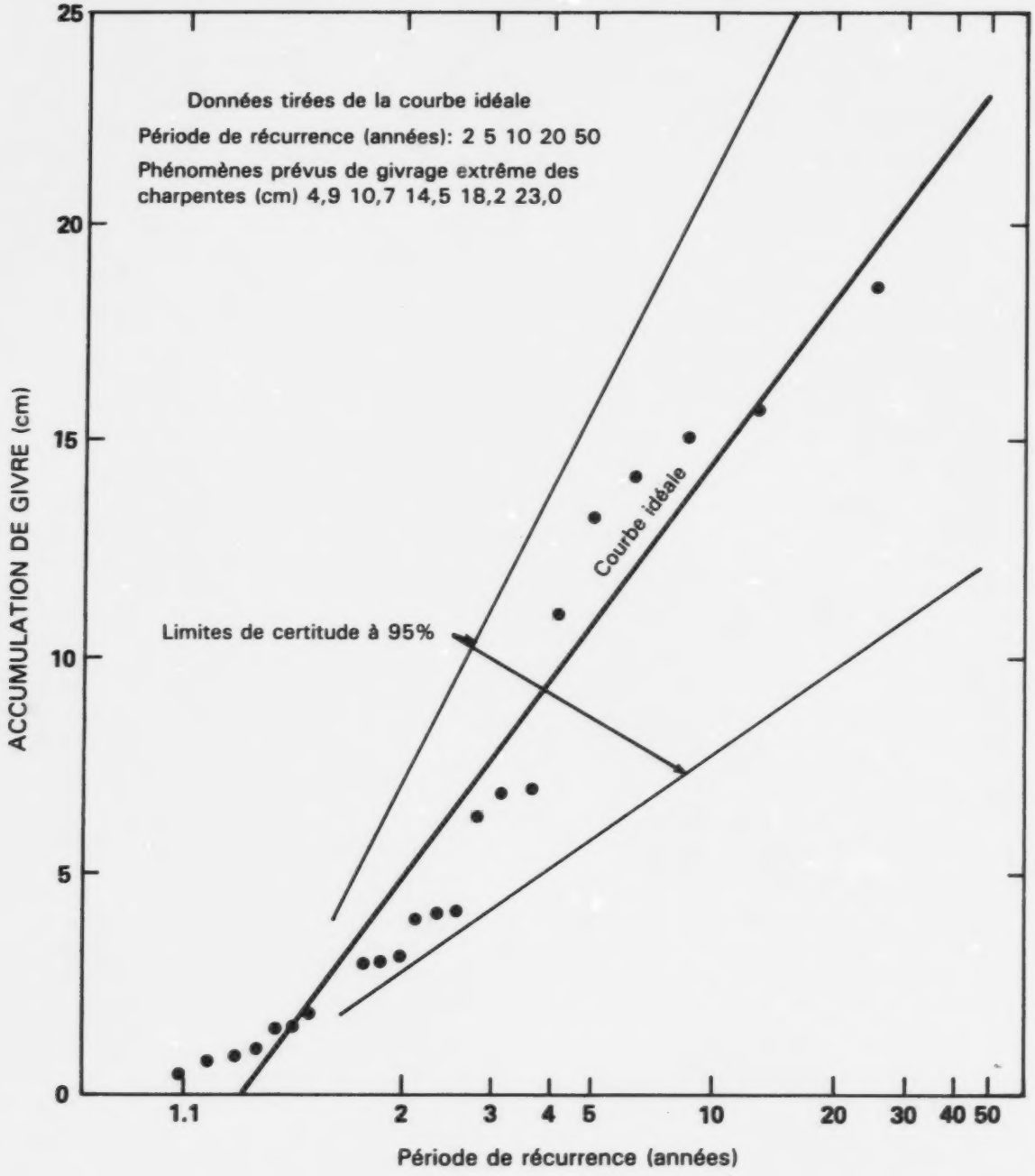



Figure 8.2 Phénomènes prévus de givrage extrême des charpentes pour le nord-ouest de la mer de Baffin

Tableau 8.1 Fort givrage des charpentes dans le nord-ouest de la mer de Baffin d'après des données s'étalant sur 12 ans pour la période de 1963 à 1974.

| Taux d'accumulation de la glace (cm/24h) | Durée moyenne (h) | Durée maximale (h) | Fréquence indiquée durant la période 1963-1974 |
|---|---|---|---|
| 7.0 | 4,5 | 38 | 374 |
| 7.5 | 4,4 | 33 | 347 |
| 8.0 | 4,3 | 29 | 316 |
| 8.5 | 4,3 | 28 | 293 |
| 9.0 | 4,3 | 21 | 268 |
| 9.5 | 4,3 | 21 | 263 |
| 10.0 | 4,2 | 18 | 242 |
| 10.5 | 4,1 | 17 | 215 |
| 11.0 | 3,8 | 15 | 190 |
| 11.5 | 3,6 | 15 | 171 |
| 12.0 | 3,4 | 13 | 146 |
| 12.5 | 3,3 | 13 | 130 |
| 13.0 | 3,1 | 13 | 108 |
| 13.5 | 2,9 | 13 | 89 |
| 14.0 | 2,7 | 10 | 78 |
| 14.5 | 2,3 | 6 | 55 |
| 15.0 | 2,1 | 6 | 47 |
| 15.5 | 2,1 | 5 | 41 |
| 16.0 | 2,0 | 5 | 34 |
| 16.5 | 1,8 | 5 | 29 |
| 17.0 | 1,7 | 4 | 19 |
| 17.5 | 1,5 | 4 | 15 |
| 18.0 | 1,5 | 4 | 15 |
| 18.5 | 1,3 | 2 | 10 |
| 19.0 | 1,5 | 2 | 6 |
| 19.5 | 1,3 | 2 | 4 |
| 20.0 | 1,5 | 2 | 3 |
| 20.5 | 1,0 | 1 | 1 |
| 21.0 | 0,0 | 0 | 0 |

Source: Maxwell et coll. (1980)

## 9.0 NUAGES, PLAFONDS ET VISIBILITÉ, GIVRAGE DES AÉRONEFS ET PRÉCIPITATIONS

Bien qu'ils n'affectent pas directement les activités de forage, les nuages, les plafonds et la visibilité, le givrage des aéronefs ainsi que les précipitations perturbent parfois les activités de soutien en gênant les mouvements des aéronefs et des navires. C'est pourquoi il en sera question ici.

### 9.1 NUAGES

La couverture mensuelle moyenne du ciel pour Resolute et Clyde est présentée au tableau 9.1. On y trouve aussi des valeurs mensuelles moyennes pour l'Arctique canadien d'après Huschke (1969).

Huschke a conclu que la transition printanière et la nébulosité de l'été étaient entièrement expliquées par les nuages de l'étage inférieur dans toutes les régions arctiques. En outre, les nuages de l'étage moyen semblent assez constants pendant toute l'année, sauf en ce qui concerne un léger maximum en octobre.

En étudiant des photos prises par satellite en 1978, Thomson et Vickers (1980) ont constaté que la zone de forage envisagée était couverte par six à neuf dixièmes de nuages de l'étage inférieur ou de brouillard pendant une moyenne de 12 j/mois en juillet, en août, en septembre et pendant la première moitié du mois d'octobre. De la mi-octobre à la fin novembre, des nuages fragmentés de l'étage inférieur ne se sont formés que pendant 8 jours. Ces données coincident avec les observations du tableau 9.1.

La couverture nuageuse moyenne s'accroît en intensité à la suite de l'apogée de la période de chauffe et elle atteint un maximum en septembre. Ceci s'explique par l'accroissement de la superficie d'eaux libres et la différence de la température air-mer. A mesure que la saison avance, la mer devient progressivement plus chaude que l'atmosphère, ce qui libère plus d'humidité et contribue à former des nuages de l'étage inférieur. Le processus diminue graduellement après le mois de septembre à mesure que les eaux se recouvrent de plus en plus de glace.

Tableau 9.1 Moyenne de la masse nuageuse mensuelle totale (%)

| Mois | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Resolute | 37 | 41 | 40 | 47 | 69 | 74 | 76 | 79 | 83 | 74 | 49 | 39 |
| Clyde | 49 | 44 | 37 | 44 | 69 | 66 | 69 | 76 | 81 | 74 | 58 | 44 |
| Arctique canadien | 45 | 38 | 44 | 44 | 60 | 61 | 67 | 75 | 78 | 67 | 50 | 39 |

Source: Direction de la météorologie, ministère des Transports (1970) pour Resolute (1949-1960) et Clyde (1942-1960); et Huschke (1969) pour l'Arctique canadien.

Un des types de nuages que l'on trouve fréquemment au cours de l'hiver arctique et qu'on ne trouve pas ailleurs, est celui du brouillard glacé. Ce phénomène est particulièrement présent dans les zones voisines des sources d'humidité comme c'est le cas autour des endroits habités, des troupeaux d'animaux et des polynies. Fraser (1973) a indiqué que la plupart des nuages qui se formaient en hiver dans l'Arctique étaient composés de cristaux de glace.

## 9.2 PLAFONDS ET VISIBILITÉ

Au cours du mois de juillet et jusqu'au début de septembre, le brouillard est la principale cause des visibilités réduites; par la suite, la neige et la poudrerie se produisent de plus en plus fréquemment.

On rencontre deux types de brouillard. De juillet à septembre, le brouillard d'advection est le plus courant. Celui-ci se forme lorsque des masses d'air pénètrent dans la région en provenance du sud du Canada et lorsque cet air est refroidi par dessous par les glaces et les eaux sous-jacentes. Un tel brouillard est généralisé au cours de la période de fonte des glaces, mais plus tard dans la saison il se transforme en bancs, fréquents et denses surtout à la lisière des glaces à la dérive. A partir du mois d'octobre, le brouillard d'évaporation est le type le plus fréquent. Il se forme lorsque de l'air très froid passe au-dessus de zones d'eaux libres. Souvent, il s'agit d'un phénomène assez localisé, qui ne persiste que sur quelques kilomètres, au vent, à partir de la source d'humidité. Toutefois, il lui arrive d'être plus répandu, par exemple lorsque de l'air froid passe au-dessus de grandes zones d'eaux libres relativement chaudes vers la fin de la saison.

Le tableau 9.2 présente le pourcentage de fréquence de visibilité par classes de vitesse des vents pour les zones maritimes de la grille. Comme on peut s'y attendre, ce sont les faibles visibilités ($\leq$1,8 km) plutôt que les bonnes visibilités ($\geq$9 km) qui ont quelque peu tendance à être associées à de faibles vitesses de vent.

Le pourcentage de fréquence des classes combinées de plafond et de visibilité pour les zones maritimes de la grille est donné au tableau 9.3. Il faut souligner que les conditions de visibilité et de plafond réduits de 150 pi ou de 50 vg sont plus fréquentes en juillet et en août que pendant les mois qui suivent, alors que le brouillard maritime se forme moins souvent et que les vitesses moyennes des vents sont plus grandes.

Tableau 9.2 Relations entre la visibilité et la vitesse des vents dans les zones maritimes de la grille

| Visibilité de la grille | Intervalle de superficie (nm) | Classes de vitesses des vents (noeud) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Juillet | | | | Août | | | | Septembre | | | | Octobre | | | | | | | |
| | | 0-3 | 4-10 | 11-21 | 22+Reste | 0-3 | 4-10 | 11-21 | 22+Reste | 0-3 | 4-10 | 11-21 | 22+Reste | 0-3 | 4-10 | 11-21 | 22+Reste | 0-3 | 4-10 | 11-21 | 22+Reste |
| #7 Visib. | <1 | 1,6 | 12,2 | 9,0 | 1,6 | 22,4 | 2,2 | 5,9 | 1,9 | 0,7 | 10,7 | 0,5 | 1,4 | 1,1 | 0,6 | 3,6 | 0,0 | 0,8 | 2,4 | 0,0 | 3,2 |
| 1≤Visib. | <5 | 1,0 | 3,2 | 1,6 | 2,1 | 7,9 | 0,4 | 2,6 | 3,4 | 1,6 | 8,0 | 8,4 | 1,5 | 0,3 | 13,4 | 5,7 | 3,3 | 6,5 | 3,2 | 18,7 | |
| Visib. | ≥5 | 4,8 | 25,9 | 27,0 | 10,0 | 67,7 | 13,0 | 33,7 | 25,2 | 9,4 | 81,3 | 6,6 | 25,8 | 31,2 | 19,4 | 83,0 | 5,7 | 35,0 | 26,8 | 10,6 | 78,1 |
| #11 Visib. | <1 | 0,9 | 2,3 | 4,2 | 2,8 | 10,2 | 1,7 | 2,3 | 3,3 | 2,1 | 9,5 | 0,7 | 2,0 | 2,0 | 1,5 | 6,2 | 0,3 | 3,2 | 2,4 | 1,6 | 7,5 |
| 1≤Visib. | <5 | 0,5 | 3,2 | 3,2 | 0,9 | 7,8 | 0,7 | 2,3 | 3,9 | 2,4 | 9,4 | 1,4 | 3,6 | 4,6 | 2,5 | 12,1 | 2,1 | 6,2 | 5,9 | 5,0 | 19,2 |
| Visib. | ≥5 | 12,0 | 25,3 | 30,4 | 14,3 | 82,0 | 11,1 | 28,7 | 30,5 | 10,8 | 81,1 | 5,7 | 25,4 | 34,6 | 13,9 | 81,7 | 8,5 | 28,8 | 26,1 | 9,9 | 73,3 |
| #12 Visib. | <1 | 2,3 | 6,0 | 4,4 | 0,5 | 13,2 | 0,3 | 2,6 | 1,1 | 1,7 | 5,7 | 0,5 | 2,7 | 2,1 | 2,7 | 8,0 | 4,9 | 10,7 | 1,9 | 0,0 | 17,5 |
| 1≤Visib. | <5 | 0,7 | 3,9 | 5,1 | 2,3 | 12,0 | 0,0 | 3,6 | 4,6 | 2,3 | 10,5 | 1,1 | 9,0 | 5,3 | 9,6 | 25,0 | 2,9 | 1,9 | 2,9 | 0,0 | 7,7 |
| Visib. | ≥5 | 7,6 | 32,3 | 27,0 | 7,9 | 74,8 | 7,7 | 29,9 | 34,8 | 11,4 | 83,8 | 6,8 | 21,3 | 22,9 | 16,0 | 67,0 | 8,6 | 33,0 | 27,2 | 5,8 | 74,8 |
| #18 Visib. | <1 | Données insuffisantes | | | | 1,2 | 5,4 | 3,2 | 0,9 | 10,7 | 1,4 | 3,0 | 3,3 | 0,8 | 8,5 | 0,0 | 2,1 | 3,2 | 2,1 | 7,4 | |
| 1≤Visib. | <5 | Données insuffisantes | | | | 1,0 | 5,1 | 6,3 | 0,9 | 13,3 | 1,1 | 4,2 | 7,2 | 3,8 | 16,3 | 0,4 | 5,0 | 10,7 | 7,9 | 24,0 | |
| Visib. | ≥5 | Données insuffisantes | | | | 10,0 | 30,3 | 29,9 | 5,8 | 76,0 | 5,5 | 24,6 | 36,8 | 8,3 | 75,2 | 2,1 | 24,4 | 28,1 | 14,0 | 68,6 | |

Source: Maxwell et coll. (1980)

Tableau 9.3 Pourcentage de fréquence des classes combinées de plafond et de visibilité pour les zones maritimes de la grille.

| Zone de grille | Classes combinées de plafond (C) et de visibilité (V) | Fréquence, % | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Juillet | Août | Septembre | Octobre |
| #7 | C <1000' et/ou V< 5 nm | 36,6 | 23,2 | 19,9 | 38,6 |
| | C< 600' et/ou V< 1 nm | 27,3 | 14,5 | 8,5 | 16,7 |
| | C< 150' et/ou V< 50 vg | 13,7 | 7,8 | 4,5 | 1,5 |
| #11 | C <1000' et/ou V< 5 nm | 12,0 | 20,9 | 18,6 | 22,3 |
| | C< 600' et/ou V< 1 nm | 6,2 | 12,0 | 7,4 | 8,5 |
| | C< 150' et/ou V< 50 vg | 3,8 | 3,8 | 0,9 | 3,5 |
| #12 | C< 1000' et/ou V< 5 nm | données insuffi- santes | 30,6 | 23,3 | 36,4 |
| | C< 600' et/ou V< 1 nm | | 20,6 | 9,3 | 19,0 |
| | C< 150' et/ou V< 50 vg | | 10,5 | 3,5 | 6,2 |
| #18 | C< 1000' et/ou V< 5 nm | données insuffi- santes | 29,1 | 25,4 | 34,0 |
| | C< 600' et/ou V< 1 nm | | 15,4 | 10,3 | 12,8 |
| | C< 150' et/ou V< 50 vg | | 7,5 | 2,4 | 3,2 |

Source: Maxwell et coll. (1980)

A titre de comparaison, le tableau 9.4 présente des données de plafond et de visibilité pour Resolute. Les conditions sont généralement pires à Resolute que dans la zone maritime nº 11, à peu près les mêmes que dans la zone maritime nº 12 en août et en septembre, mais meilleures en octobre.

## 9.3 GIVRAGE DES AÉRONEFS

Il n'existe aucune donnée réelle sur le phénomène de givrage des aéronefs dans la zone à l'étude. Toutefois, une indication de son existence probable peut être fournie par la climatologie du givrage des aéronefs dans l'hémisphère Nord préparée par Heath et Cantrell (1972). Ces travaux de climatologie ont porté seulement sur le givrage des aéronefs, sans égard au type ni à l'intensité de ce givrage. Le tableau 9.5, qui a été extrait de cette étude, indique la probabilité de rencontrer des conditions givrantes au-dessus du nord-ouest de la mer de Baffin à quatre étages de l'atmosphère pour chacun des mois de la période juillet-novembre. Les valeurs présentées peuvent être interprétées comme étant des pourcentages de fréquence d'apparition; par exemple, la probabilité du mois d'octobre de 0,05 pour 100 kPa permet de croire à une fréquence d'apparition de 5%.

Ce qui ressort le plus de ce tableau, c'est l'abaissement progressif de l'altitude à laquelle le givrage des aéronefs est le plus probable. La variation va du niveau de 70 kPa en juillet et en août, à 85 kPa en septembre et en octobre jusqu'à un niveau qui se situe entre 100 et 85 kPa en novembre. Les plus fortes probabilités (entre 0,1 et 0,15) se produisent en septembre et en octobre, au niveau de 85 kPa.

Les fréquences de givrage données dans le tableau 9.5 semblent être quelque peu inférieures à celles qu'on pourrait prévoir dans la zone à l'étude. Au cours de l'automne en particulier, les stratus et strato-cumulus arctiques peuvent constituer un risque de givrage, particulièrement pour le fonctionnement des hélicoptères. En raison des plafonds bas (inférieurs à 300 m) possibles jusqu'à un tiers du temps et par suite du gel qui peut se produire à basse altitude dans l'atmosphère arctique au cours de la période d'eaux libres, il est probable que le givrage pourrait se produire pendant la plus grande partie du temps pendant lequel des bas plafonds sont signalés.

Tableau 9.4 Pourcentage de fréquence des classes combinées de plafond et de visibilité pour Resolute A. Données de la période 1957-1966.

| Classes combinées de plafond (C) et de visibilité (V) | | Pourcentage de fréquence | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Juillet | Août | Septembre | Octobre | Novembre |
| C <1000° | et/ou | 27,1 | 30,1 | 27,9 | 24,0 | 14,1 |
| V < 3 mi | | | | | | |
| C < 500° | et/ou | 18,8 | 18,8 | 10,0 | 9,0 | 5,2 |
| V < 1 mi | | | | | | |
| C < 200° | et/ou | 10,3 | 7,6 | 4,2 | 3,8 | 1,8 |
| V < 0,5 mi | | | | | | |

Source: Maxwell et coll. (1980)

Tableau 9.5 Probabilité de givrage des aéronefs au-dessus de la région du nord-ouest de la mer de Baffin.

| Surface isobare (kPa) | Altitude moyenne correspondante NMM (m) | Probabilité (P) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Juillet | Août | Septembre | Octobre | Novembre |
| 100 | 100 | P 0,025 | P 0,025 | 0,025 P 0,05 | P 0,05 | 0,05 P 0,1 |
| 85 | 1 400 | 0,025 P 0,05 | P 0,05 | 0,1 P 0,15 | 0,1 P 0,15 | 0,05 P 0,1 |
| 70 | 2 900 | P 0,05 | 0,05 P 0,1 | 0,05 P 0,1 | 0,05 P 0,1 | P 0,05 |
| 50 | 5 300 | 0,025 P 0,05 | 0,025 P 0,05 | P 0,025 | P 0,025 | P 0,025 |

Source: Maxwell et coll. (1980)

## 9.4 PRÉCIPITATIONS

Les précipitations annuelles au-dessus de la zone à l'étude atteignent approximativement 200 mm; elles augmentent le long des côtes des îles voisines pour dépasser 300 mm au-dessus des parties orientales des îles de Devon et d'Ellesmere (fig. 9.1). Un peu plus de la moitié des précipitations se produisent pendant la période juillet-octobre. Environ 25 mm tombent pendant chacun de ces mois au-dessus de la mer et 50 mm par mois au-dessus des îles. En moyenne, il y a de 10 à 15 jours de précipitations par mois pendant la période juillet-octobre. En moyenne, pendant les mois de juillet et août, la plupart des précipitations tombent sous forme de pluie ou de bruine, mais en septembre, environ les deux tiers du total mensuel tombent sous forme de neige. En octobre, presque toutes les précipitations se font sous forme de neige.

Puisqu'elles causent le givrage des charpentes, les pluies verglaçantes constituent un risque. Toutefois, dans la zone à l'étude, la fréquence des précipitations givrantes n'est pas exceptionnellement élevée, puisqu'elle atteint entre 25 et 50 h par année, dont plus de la moitié se produisent pendant les mois de septembre et octobre. A titre de comparasion, 50 à 100 h se produisent annuellement à l'entrée orientale du détroit d'Hudson et plus de 175 h se produisent dans le voisinage de Terre-Neuve tous les ans, en moyenne.

Au large des côtes, pendant l'automne, la plupart des précipitations givrantes sont combinées à de l'activité frontale. Le long des côtes des îles voisines, le vent du large provenant des zones d'eaux libres et atteignant des surfaces recouvertes de neige ou de glace peut souvent engendrer des précipitations givrantes localisées.

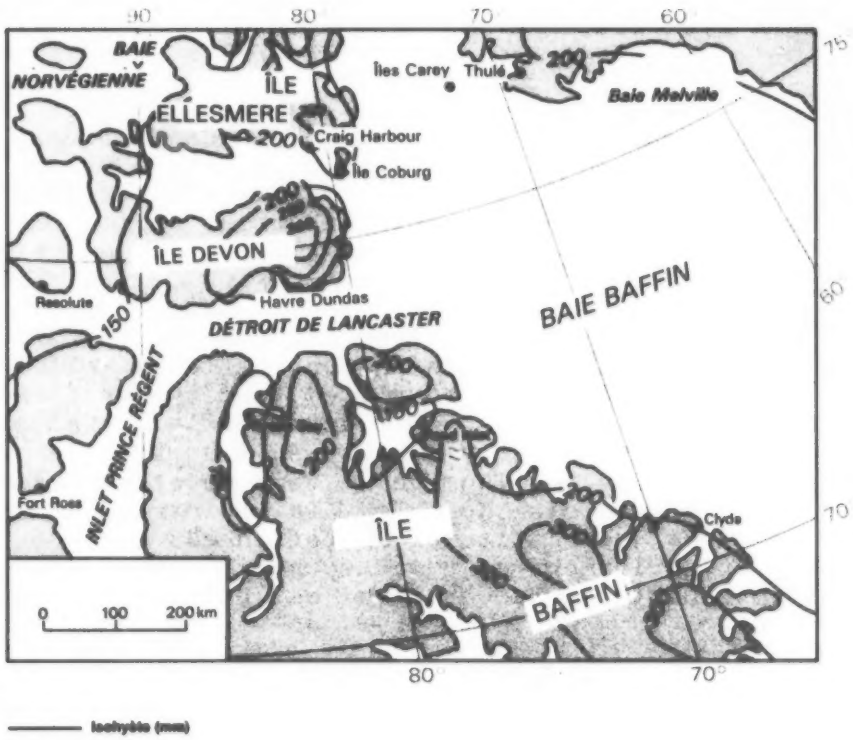



Figure 9.1 Précipitations totales moyennes annuelles

## 10.0 CLIMATOLOGIE SYNOPTIQUE ET PERTURBATIONS EXTRÊMES

Dans cette section, la climatologie synoptique est décrite et les types de tempêtes ainsi que les situations extrêmes les plus représentatives sont examinées.

## 10.1 CLIMATOLOGIE SYNOPTIQUE

Comparativement aux autres zones de l'Arctique, l'activité cyclonique est fréquente dans la mer de Baffin pendant toute l'année et elle est plus intense en hiver. Toutefois, les centres de basse pression se forment pendant moins de 20% du temps au cours de la période d'eaux libres. Ils augmentent normalement en fréquence et en intensité à mesure que la saison avance. La trajectoire la plus courante pour la plupart des centres de basse pression affectant la région se fait en direction nord à travers le détroit de Davis et la plupart de ces systèmes se trouvent dans la phase occluse lorsqu'ils parviennent dans le nord-ouest de la mer de Baffin. Il arrive aussi de rencontrer des systèmes qui décrivent une trajectoire de direction nord-est au-dessus du district du Keewatin ou en provenance de l'ouest le long du détroit de Parry.

On trouvera à la figure 10.1 les couloirs fréquentés par les centres de basse pression dont parle Maxwell (1980). Toutefois, des trajectoires de fortes tempêtes se forment à l'extérieur de ces couloirs. Par exemple, la trajectoire qui emprunte le détroit de Parry correspond à un type de perturbation définie par Thomson et Vickers et se trouve bien au nord de la trajectoire normale. Le couloir qui passe par le détroit de Davis jusqu'à la mer de Baffin est de type primaire; les autres appartiennent au type secondaire, sauf en ce qui concerne le couloir du Keewatin qui est primaire en octobre et en novembre.

Le relief de l'île de Baffin et du Groenland est en partie responsable de la tendance qu'ont les basses pressions à occuper la mer de Baffin. Pour qu'une basse pression maintienne sa profondeur ou qu'elle l'augmente, une dépression ou un creux barométrique bien développé de 50 kPa est nécessaire. En outre, un afflux d'air froid situé derrière la dépression et une advection d'air chaud située à l'avant de la dépression contribuent à hausser la circulation cyclonique. Ce contraste chaud-froid est nécessaire pour alimenter en énergie le système qui maintient ou approfondit la dépression. Dans le cas des dépressions qui se dirigent vers le nord à travers le nord du Québec, le Labrador ou la côte atlantique, cet approvisionnement en air chaud est supprimé physiquement par

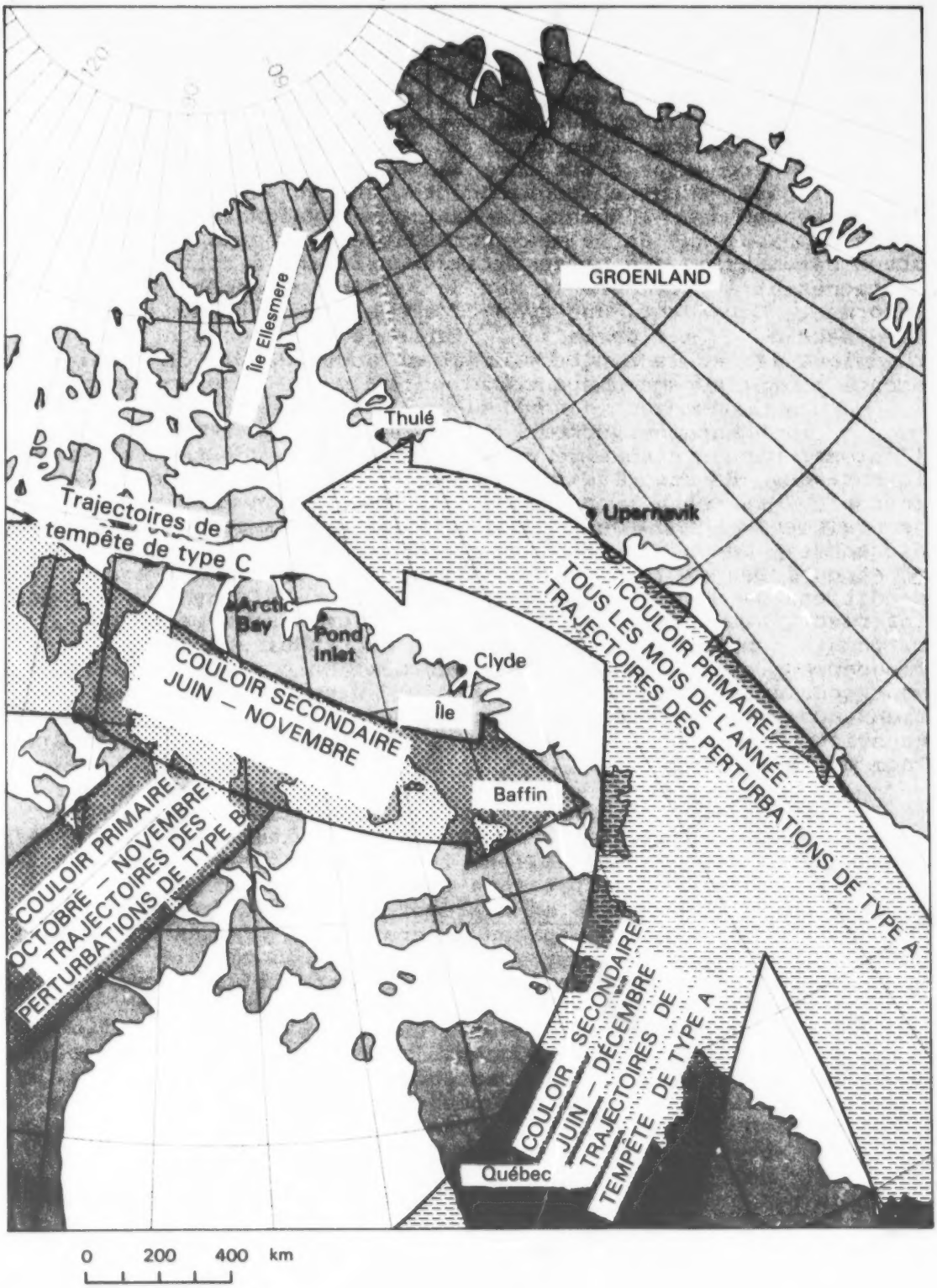



Figure 10.1 Couloirs des trajectoires des perturbations affectant la mer de Baffin et le détroit de Lancaster

l'inlandsis groenlandais. Par conséquent, sans l'approvisionnement d'air chaud qui la précède, la dépression occupe tout l'espace à sa disposition à mesure qu'elle progresse vers le nord dans le détroit de Davis et la mer de Baffin. De la même façon, dans le cas d'une dépression à direction nord-est à travers le Keewatin vers l'Île de Baffin, les montagnes de cette île tiennent lieu, un peu à la manière des Rocheuses dans l'Ouest, de barrière physique au passage d'une dépression. Certaines dépressions soutenues par des creux barométriques à haute altitude arrivent à traverser les montagnes et à atteindre la mer de Baffin, ou encore à s'y reformer. Cependant, une fois qu'elles sont parvenues au-dessus de la mer de Baffin, l'absence d'un bon contraste thermique (à faible altitude) fait en sorte que la dépression occupe tout l'espace disponible.

Thomson et Vickers (1980) définissent l'été et l'automne par la stabilité de la couche d'air qui se trouve à la surface. En été, l'air est stable; en automne il est instable. La transition entre ces deux saisons se produit généralement dans la deuxième moitié de septembre ou au début d'octobre. Ce modèle est commode pour convertir des vents géostrophiques en vents de surface et pour déterminer les conditions de nébulosité et de visibilité de l'étage inférieur. Toutefois, il peut porter à confusion parce que certaines tempêtes de type "estival" se produisent assez fréquemment en septembre et parfois même en octobre, mois qui sont considérés comme appartenant à l'automne si l'on s'en tient à d'autres critères acceptés. Les saisons dont il est question dans le présent chapitre correspondent aux critères de Thomson et Vickers.

Pendant l'été, et plus particulièrement en juillet et en août, il ne survient que quelques vraies tempêtes. Les températures de l'air atteignent leur plus forte valeur de l'année, le gradient de pression est faible en juillet et en août, bien qu'il augmente en septembre (fig. 5.3 à 5.5) et on assiste à la présence de nuages généralisés à l'étage inférieur.

Au cours de l'automne, la fréquence et l'intensité de la cyclogenèse s'accentuent. Les températures de l'air diminuent, la glace se forme sur l'eau et le gradient de pression augmente (fig. 5.6), ce qui donne lieu à des vents du nord-ouest fréquents. L'incidence des nuages de l'étage inférieur diminue de façon marquée une fois les eaux recouvertes de glace.

## 10.2 TYPES DE PERTURBATIONS

Dans leur examen des perturbations survenues pendant la période de 11 ans s'étendant de 1969 à 1979, Thomson et Vickers ont constaté qu'il existait quatre types de perturbations répondant à leurs critères de sélection de 65 km/h pour une durée minimale de 6 heures pendant la période du premier juillet au 30 novembre. Ces perturbations ont été désignées par les types A, B, C et D et elles sont décrites ci-après.

### 10.2.1 Perturbations de type A

Une perturbation caractéristique de type A est une perturbation qui remonte le couloir du détroit de Davis (fig. 10.1) jusqu'à la zone de l'île de Brevoort un peu au sud de l'île de Baffin. La dépression en surface peut occuper l'espace libre à cet endroit, ce qui laisse un creux barométrique de direction nord le long de la côte ouest du Groenland et crée des vents nord-ouest dans l'ouest de la mer de Baffin. On trouvera un exemple de cette situation à la figure 10.2. Habituellement, le creux barométrique traverse tôt ou tard le Groenland pour former une nouvelle dépression de surface au large de la côte est.

Toutefois il arrive que le centre de basse pression se forme dans le creux barométrique de l'ouest du Groenland et qu'il se déplace en direction nord dans la mer de Baffin pour produire des vents forts du nord-ouest dans l'ouest de la mer de Baffin. On trouvera à la figure 10.3 un exemple du flux connexe d'air en altitude et à la figure 10.4 la perturbation de surface qui s'ensuit. Cette dernière formation a été la tempête de type A la plus violente au cours de la période 1974-1978, étudiée par Thomson et Vickers dans Maxwell et coll. (1980). Le type A est le plus fréquent dans la région.

### 10.2.2 Perturbations de type B

Ce type de perturbation se produit dans le couloir des trajectoires des tempêtes au-dessus du Keewatin (fig. 10.1). Il possède toujours une dépression ou un creux barométrique de 50 kPa et une forte zone anticyclonique au-dessus du Groenland. A mesure que le cyclone d'altitude se déplace vers le nord-est au-dessus du Keewatin, des baisses de pression en surface font souvent augmenter le gradient de pression au-dessus de la mer de Baffin. Ceci crée souvent des vents forts du sud-est dans le nord-ouest de la mer de Baffin et des vents d'est dans le détroit de Lancaster. Des dépressions de surface peuvent être combinées au centre en

**Figure 10.2** Configuration du champ de pression moyenne au niveau de la mer à 12:00 TU, le 23 novembre 1976 illustrant la formation d'une perturbation de type A

**Figure 10.3** Configuration de l'isobare de 50 kPa à 12:00 TU, le 21 août 1978, combinée à la formation d'une perturbation de type A

**Figure 10.4** Configuration du champ de pression moyenne au niveau de la mer à 18:00 TU, le 21 août 1978 illustrant une perturbation de type A dans la mer de Baffin.

altitude au-dessus du Keewatin, mais ceci n'est pas une condition nécessaire à la formation des vents forts dans la zone à l'étude. On trouvera aux figures 10.5 et 10.6 un exemple du type B possédant un centre de surface combiné. Ce type de perturbation crée les plus hautes vagues de la zone à l'étude lorsqu'il se produit pendant la période d'eaux libres maximales. L'exemple présenté a été l'un des plus violents au cours de la période de 11 ans examinée par Thomson et Vickers. La tempête dévastatrice qui a causé beaucoup de dégâts au havre Dundas le 29 juin 1927 appartenait au type B.

### 10.2.3 Perturbations de type C

La perturbation de type C se déplace habituellement vers l'est à travers l'archipel de la Reine-Elisabeth, par le détroit de Lancaster ou au sud de ceux-ci. Ce type de perturbation est combiné à la trajectoire secondaire d'ouest en est qui est indiquée à la figure 10.1. On trouvera aux figures 10.7 et 10.8 un exemple du type C. Celui-ci produit des vents modérés du sud-est devant le centre de surface et des vents forts du nord-ouest derrière ce centre.

### 10.2.4 Perturbations de type D

La perturbation du type D crée les mêmes effets sur l'environnement que le type A et certaines dépressions de surface d'un type ou l'autre peuvent sembler identiques une fois formées. La différence tient cependant à ce que la perturbation de surface du type D se forme au-dessus de la mer de Baffin, tandis qu'un système de type A se déplace dans la région le long du couloir du détroit de Davis. La dépression de 50 kPa qui soutient une perturbation du type D est généralement centrée au-dessus de la presqu'île de Boothia, et un flux du sud-ouest traverse le terrain montagneux du nord de l'île de Baffin et des îles Bylot, donnant lieu à une cyclogenèse orographique dans la mer de Baffin. L'exemple de ce type, qui est présenté aux figures 10.9 et 10.10, a créé les conditions météorologiques les plus rigoureuses au cours de la période de onze ans étudiée par Thomson et Vickers. C'est la seule tempête survenue pendant cette période; toutefois, il faut signaler qu'elle a été précédée par une formation de type A.

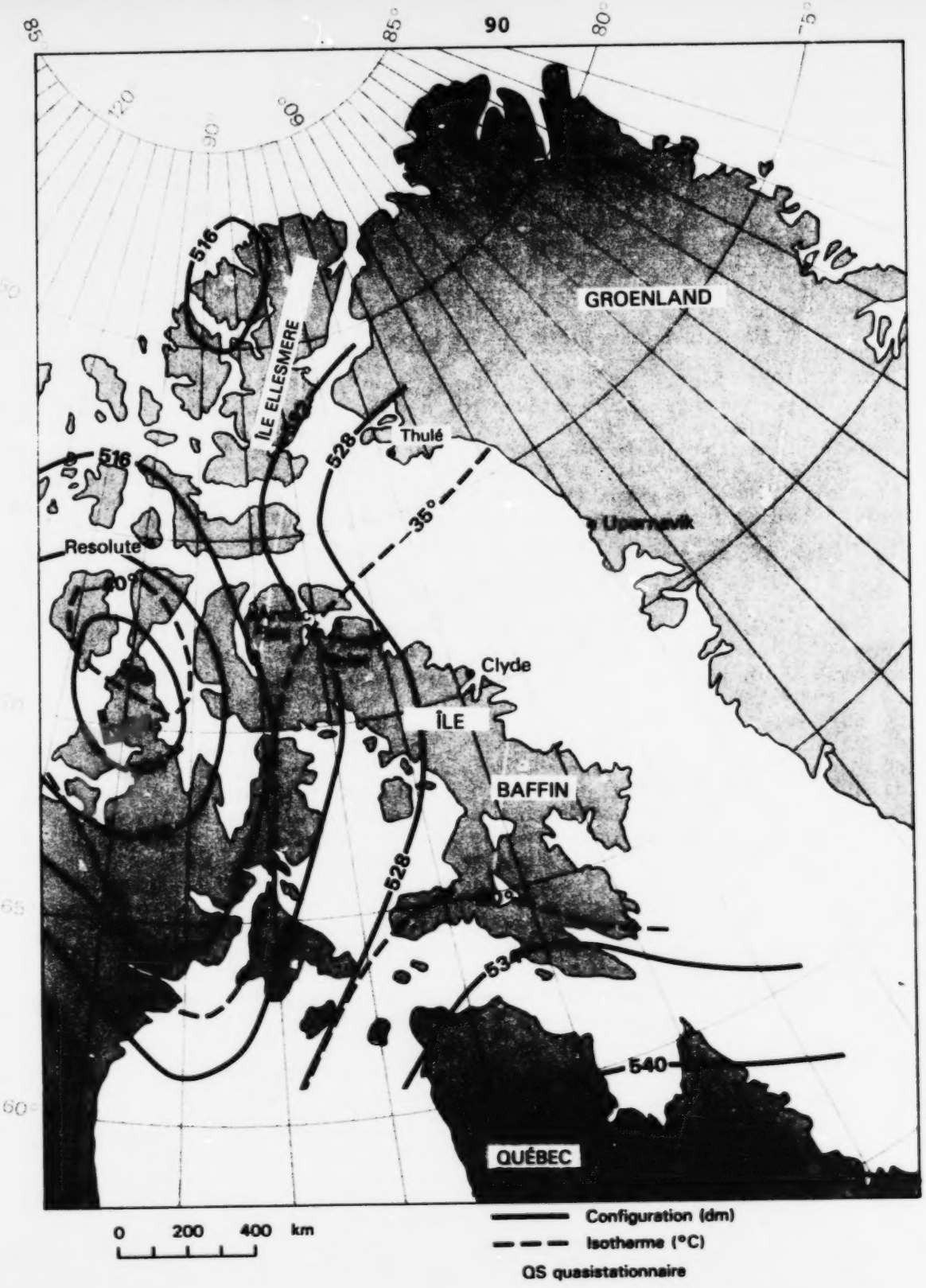



Figure 10.5 Configuration de l'isobare de 50 kPa à 00:00 TU, le 25 septembre 1974 combinée à la formation d'une perturbation de type B

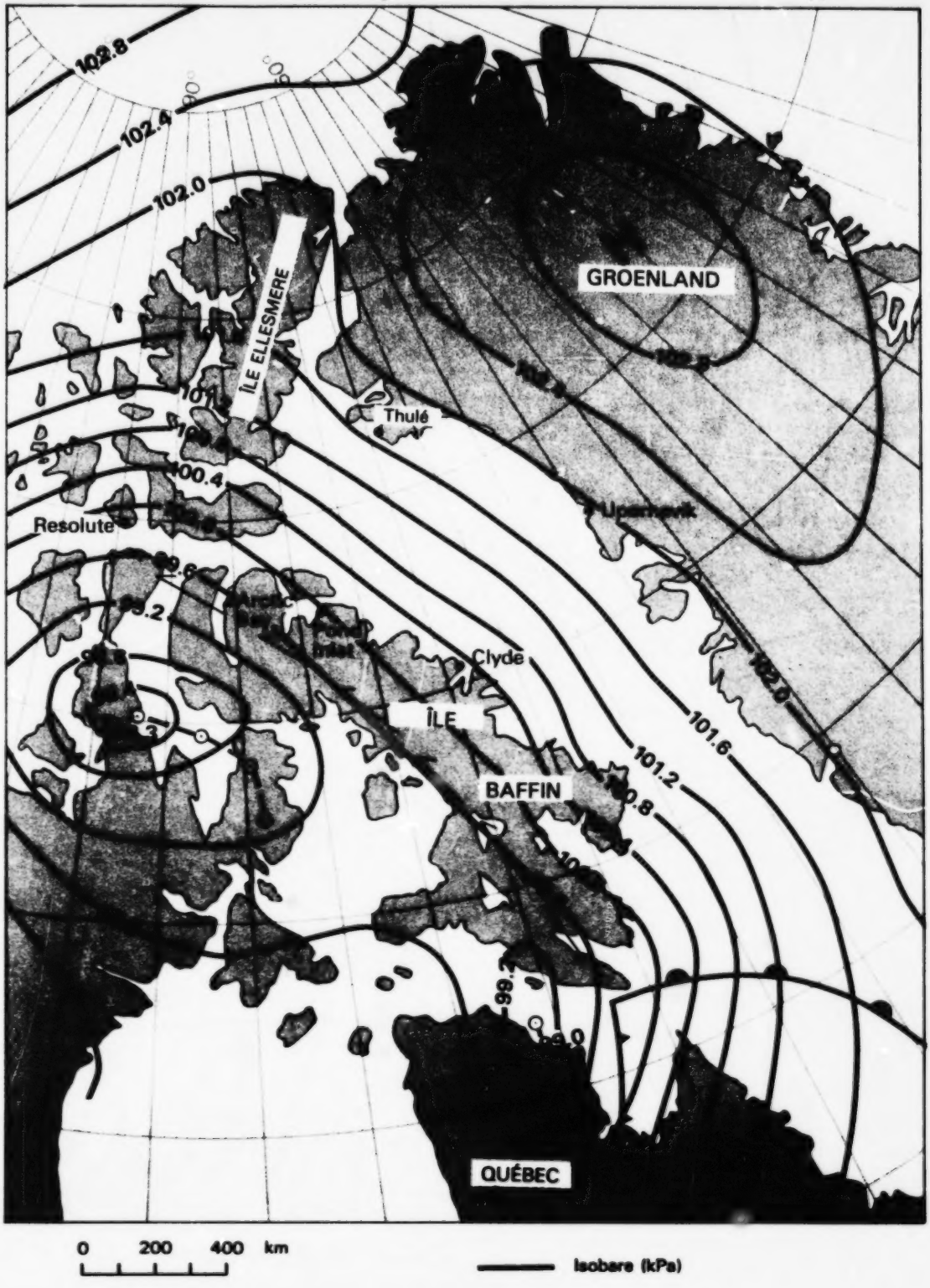



**Figure 10.6** Configuration du champ de pression moyenne au niveau de la mer à 00:00 TU, le 26 septembre 1974, illustrant un centre de perturbation de type B au-dessus de la presqu'île de Boothia

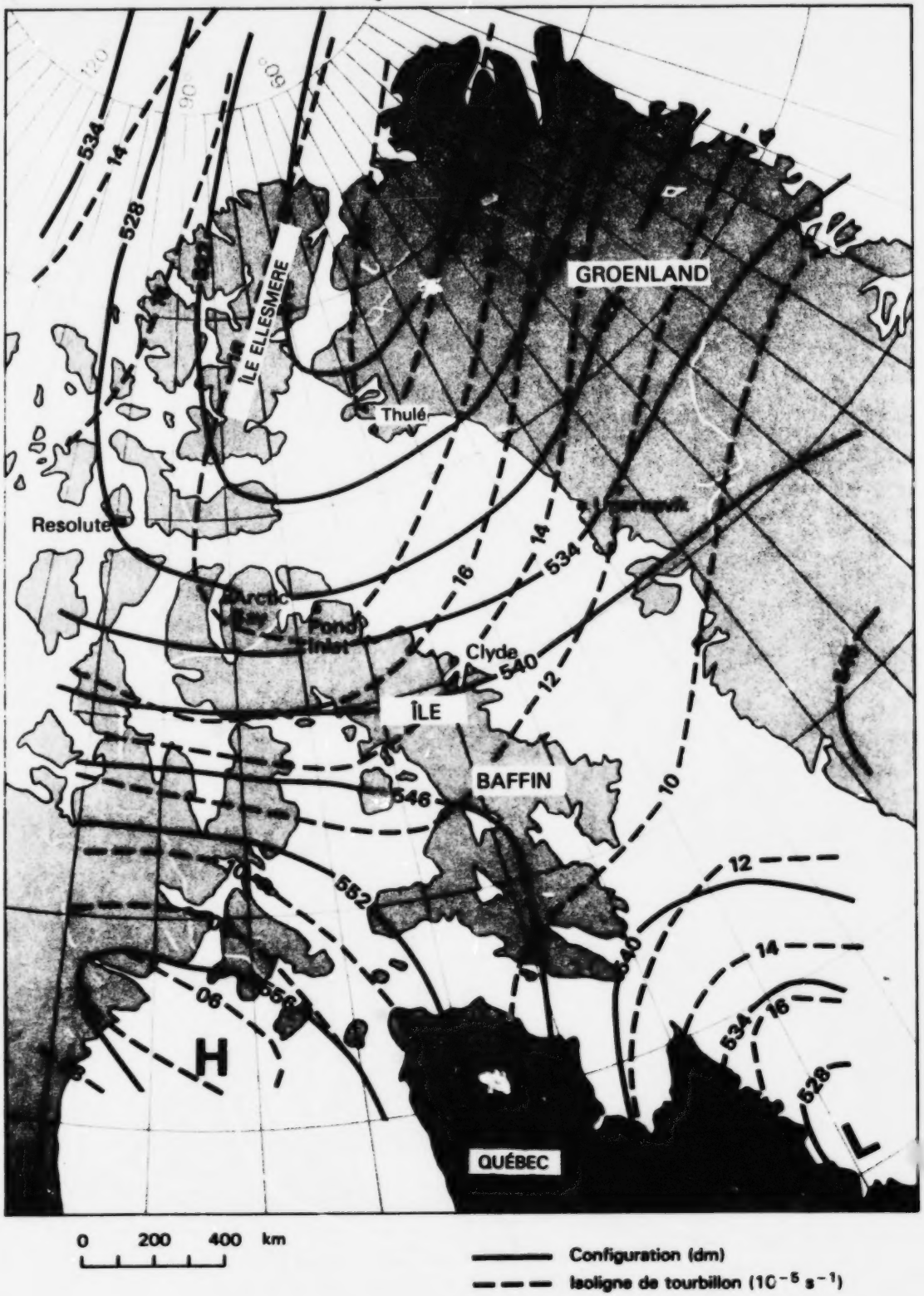



**Figure 10.7** Configuration de l'isobare de 50 kPa à 00:00 TU, le 18 septembre 1978, combinée à une perturbation de type C

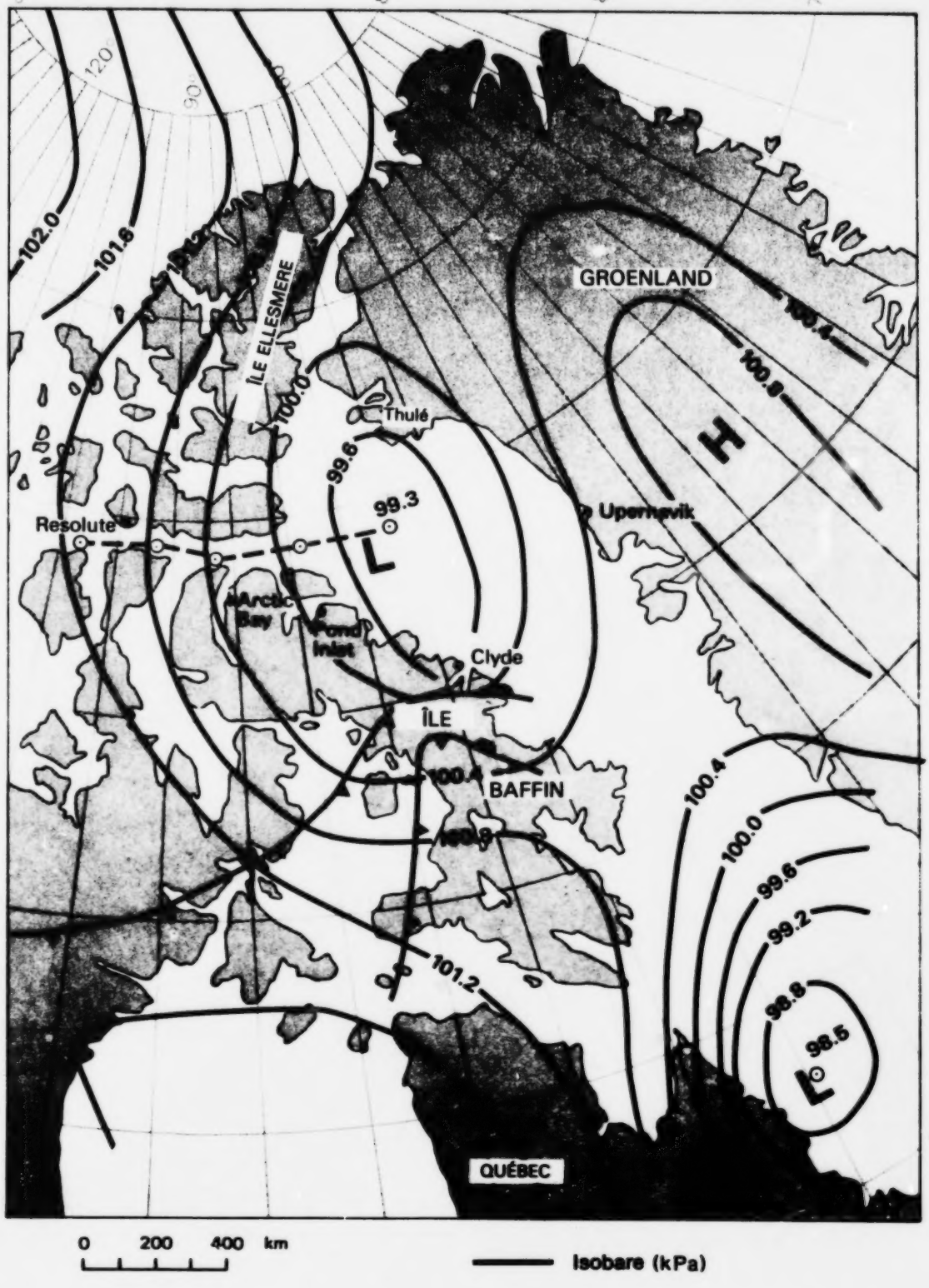



**Figure 10.8** Configuration du champ de pression moyenne au niveau de la mer à 00:00 TU, le 18 septembre 1978, illustrant une perturbation de type C

**Figure 10.9** Configuration de l'isobare de 50 kPa à 12:00 TU, le 23 novembre 1976, combinée à la formation d'une perturbation de type D

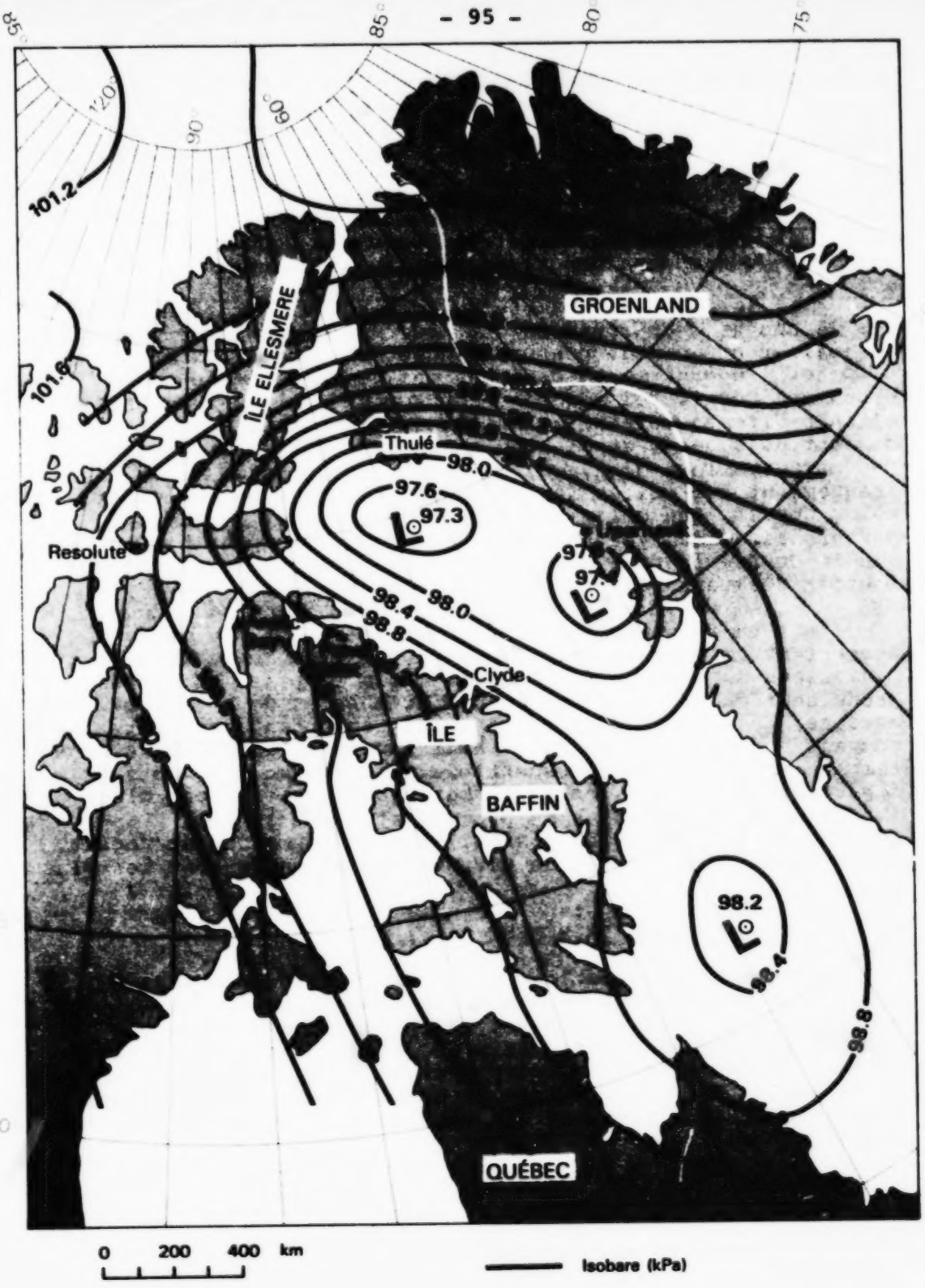



**Figure 10.10** Configuration du champ de pression moyenne au niveau de la mer à 18:00 TU, le 24 novembre 1976, illustrant un centre de perturbation de type D dans la mer de Baffin

## 10.3 FRÉQUENCE DES PERTURBATIONS

L'intensité et la fréquence des perturbations augmentent à mesure que la saison avance et les perturbations les plus intenses se produisent en novembre. Le tableau 10.1 présente le pourcentage de fréquence des quatre types de perturbations par saison ainsi que le total des tempêtes par mois. Les vents de pointe et la durée des conditions de tempêtes pour chacun des types sont aussi donnés.

Les conditions météorologiques qui ont régné pendant les 11 années d'observation ont été rarement assez rigoureuses en juillet et en août pour atteindre des conditions de tempête. Pendant cette période, des tempêtes ne se sont produites que 10 fois dans le nord-ouest de la mer de Baffin, c'est-à-dire en moyenne moins d'une fois par saison. Des coups de vent du sud-est et du nord-ouest sont également possibles. Des perturbations de type B se produisent presque aussi fréquemment que celles du type A en été, mais sensiblement moins souvent que celles du type A en automne. Les perturbations du type B créent les vagues les plus hautes parce que la course la plus grande se produit généralement sous l'effet des vents du sud-est.

La fréquence et l'intensité des perturbations augmentent en septembre; en moyenne, il y a une perturbation par saison en septembre. Deux ou trois tempêtes par année se produisent dans chacun des mois d'octobre et de novembre. En octobre, on peut prévoir une tempête comportant des vents pouvant atteindre au moins 90 km/h tandis qu'en novembre, une tempête par saison est susceptible de produire des vents dépassant 100 km/h. Les perturbations d'octobre sont plus importantes lorsqu'elles se produisent avant le gel, c'est-à-dire lorsque les possibilités de formation de vagues, d'embruns verglaçants et de givrage des aéronefs sont les plus grandes.

## 10.4 PERTURBATIONS EXTRÊMES

Deux perturbations qui ont engendré les pires conditions de temps et de vagues au cours des saisons été-automne de 1969 à 1979 ont fait l'objet d'examens par Thomson et Vickers (1980), afin de décrire les conditions rigoureuses de l'environnement pouvant sévir dans le nord-ouest de la mer de Baffin. A titre de comparaison, certaines des autres conditions extrêmes estimées dans d'autres régions sont présentées au tableau 10.2.

Tableau 10.1 Fréquence, intensité et durée des types de perturbations dans la période 1969-1979.

| Type | Fréquence des perturbations (%) | Vent de pointe km/h | Durée (h) | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Moyenne | la plus courte | la plus longue |
| 1. Perturbations au cours de l'été (23 cas) | | | | | |
| A | 10(43) | 340/90 | 13 | 6 | 24 |
| B | 8(35) | 150/72 | 22 | 18 | 30 |
| C | 5(22) | 220/96 | 15 | 6 | 36 |
| D | - | - | - | - | - |
| 2. Perturbations au cours de l'automne (58 cas) | | | | | |
| A | 36(62) | 330/128 | 21 | 6 | 90 |
| B | 15(26) | 120/142 | 20 | 6 | 42 |
| C | 6(10) | 020/94 | 24 | 6 | 54 |
| D | 1( 2) | 325/125 | 30 | 30 | 30 |
| 3. Perturbations au cours des 2 saisons (81 cas) | | | | | |
| A | 46(57) | 330/128 | 17 | 6 | 90 |
| B | 23(28) | 120/142 | 21 | 6 | 42 |
| C | 11(14) | 220/96 | 20 | 6 | 54 |
| D | 1( 1) | 325/125 | 30 | 30 | 30 |

4. Total des perturbations par mois

| Mois | Juillet et août | Septembre | Octobre | Novembre |
|---|---|---|---|---|
| Total | 10 | 15 | 27 | 29 |

Source: Thomson et Vickers (1980).

Tableau 10.2 Comparaison des conditions extrêmes de tempêtes estimées dans le nord-ouest de la mer de Baffin par rapport à d'autres régions. Les valeurs sont des extrêmes étalés sur une période de récurrence de 25 ans.

| Région | Vitesse horaire du vent (km/h) | Hauteur significative des vagues (m) | Quantité du dépôt de glace (cm/24h) |
|---|---|---|---|
| Nord-ouest de la mer de Baffin | 106* | 8,4* | 19 |
| Détroit de Lancaster | 109 | 5,8 | 13 |
| Mer de Beaufort | 113 | 6,5 | 28 à 39 |
| Golfe d'Alaska | 169 | 15,5 | S/O |
| Eaux du sud de Terre-Neuve | 171 | 18,0 | S/O |
| Côte de la Californie méridionale | 113 | 11,6 | S/O |
| Golfe du Mexique | 156 | 13,8 | S/O |

* Les valeurs du vent et des vagues sont annuelles sauf en ce qui concerne le nord-ouest de la mer de Baffin, le détroit de Lancaster et la mer de Beaufort, où les valeurs ne s'appliquent qu'à la période d'eaux libres.

Source: Duck et coll. (1977) et Maxwell et coll. (1980)

Bien que les vents dominants de la région soient du nord-ouest et que des perturbations comportant des vents prolongés et rigoureux du nord-ouest soient la règle, des perturbations comportant des vents d'est, bien que moins fréquentes, peuvent être tout aussi rigoureuses ou même plus rigoureuses que les premières (Fraser 1973; Thomson et Vickers 1980).

### 10.4.1 La tempête violente des 23-25 novembre 1976 (types A et D)

Les vents les plus rigoureux associés à des tempêtes d'automne se produisent en novembre. Toutefois, il n'y a aucun risque de vagues ou de givrage des charpentes parce que la zone est recouverte de glace.

Lorsqu'une dépression du Labrador s'est avancée vers le nord-est le 23 novembre, un gros creux barométrique s'est formé le long de la côte ouest du Groenland dans la mer de Baffin. Des coups de vent du nord-ouest se sont formés au-dessus du nord-ouest de la mer de Baffin vers 12:00 TU, le 23 novembre. La dépression du Labrador s'est ensuite déplacée à l'est du Groenland, mais le creux barométrique situé à l'ouest du Groenland est resté fort. Il s'agissait là d'une formation caractéristique du type A et cette formation est présentée à la figure 10.2.

Toutefois, le 24 novembre, la dépression de 50 kPa au-dessus de la presqu'île de Boothia (fig. 10.9) a donné lieu à une formation du type D dans le creux barométrique déjà fort de l'ouest du Groenland, ce qui a donné la dépression de surface intense qui apparaît à la figure 10.10. Cette dépression a produit des vents de 100 km/h pendant douze heures environ. Les vents ont commencé à diminuer après 00:00 TU, le 25 novembre.

#### 10.4.1.1 Extrêmes météorologiques

Le paragraphe suivant décrit des extrêmes qui sont susceptibles de s'associer à des tempêtes telles que celle du 23 au 25 novembre 1976. Des vents réguliers de 74 km/h et des températures de l'air de -20°C pourraient contribuer à créer un coefficient de refroidissement de 2 400 $W/m^2$ (soit la classe de confort VI indiquée à la figure 6.8). Ces conditions extrêmement froides pourraient faire geler la peau exposée en moins d'une minute; c'est pourquoi une grande protection et des horaires de travail soigneusement étudiés sont nécessaires à ceux qui s'engagent dans des activités à l'extérieur. Les conditions météorologiques de vol pourraient être gênées par suite de la faible visibilité et par "l'éblouissement nival" dans les tourmentes de neige. En outre, la fumée de mer arctique et les nuages bas en descendant les chenaux ou les polynies sont susceptibles de donner lieu à des plafonds bas et à de faibles visibilités sur le plan local.

### 10.4.2 La tempête violente des 25-27 septembre 1974 (type B)

Cette perturbation de type B fut l'une des plus intenses dans les 11 ans de la période étudiée. Elle s'est produite à un moment où la mer de Baffin était libre de glace, ce qui a permis aux vagues de s'enfler à la suite d'une course de 840 km.

La configuration synoptique de la perturbation est présentée aux figures 10.5 et 10.6. De forts vents du sud-est ont dominé devant ce centre les 25 et 26 septembre. Au moment de la formation d'une dépression se déplaçant vers le nord-ouest, à proximité de Clyde, vers 00:00 TU le 27 septembre, un navire situé dans le quadrant nord-ouest de la dépression a signalé des vents nord-est de 100 km/h. Le centre de la perturbation s'est déplacé vers le nord-ouest et a envahi la région le 27 septembre.

#### 10.4.2.1 Extrêmes météorologiques

Le système a produit des vents dépassant 55 km/h pendant 30 h. Des vents du sud-est supérieurs à 70 km/h se sont produits pendant 6 à 12 heures et un navire a signalé des vents possédant la force d'une tempête. Des vagues ont atteint des hauteurs de 6 m et une pointe de 8 m.

La température à la surface de la mer était de 0°C et la température de l'air était de -1°C, si bien qu'aucun embrun verglaçant n'a été signalé. Toutefois, si la température de l'air avait été de 2°C plus basse, un fort givrage des charpentes aurait pu se produire. Les températures ont baissé vers la fin de la tempête, mais les vents tombaient aussi en même temps.

Les visibilités sont restées généralement bonnes pendant la tempête, bien que des averses de neige les aient fréquemment réduites à 8 km. Le long de la côte de l'Île de Baffin et dans le détroit de Lancaster, des averses de neige ont réduit la visibilité à 5-10 km, un message signalant même une visibilité d'un kilomètre dans la neige.

Le refroidissement éolien a été de 1 375 $W/m^2$, avec hausse atteignant 1 475 $W/m^2$ par suite des températures décroissantes. Ces valeurs se situent à la classe de confort II dans la figure 6.8.

## 11.0 POTENTIEL DE POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE ET DE VARIATIONS CLIMATIQUES

### 11.1 POTENTIEL DE POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE

Les paramètres indiquant la pollution atmosphérique potentielle sont la fréquence d'inversion de la température de l'air, les vents calmes à faibles et les coefficients de ventilation. Les données de Resolute et de la région ont été étudiées par Maxwell et coll. (1980) et les résultats montrent que le nord-ouest de la mer de Baffin est très sujet à la pollution pendant l'été et l'automne. Les coefficients de ventilation, une mesure de la capacité de l'atmosphère à disperser les matières polluantes, sont voisins de 2 000 $m^2/s$ en juillet et en août et se situent entre 1 000 et 1 500 $m^2/s$ pendant les mois de septembre et de novembre. Des valeurs supérieures à 6 000 $m^2/s$ indiquent un faible potentiel de pollution atmosphérique.

### 11.2 CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Les données employées dans diverses études signalées ici s'appuient sur des observations effectuées surtout dans les trente dernières années. La validité des résultats des études et leur pertinence d'ici la fin du siècle dépendent des changements climatiques possibles dans l'avenir. Si ces changements sont légers, les résultats des études signalées ici seront alors assez représentatifs des trente prochaines années.

A l'heure actuelle, la crainte la plus grande est celle d'un réchauffement climatique éventuel, qui serait surtout dû à l'accroissement des niveaux de $CO_2$ dans l'atmopshère.

Il existe un bon nombre de points de vue opposés. Par exemple, Dunbar (1976) avance que certains phénomènes naturels comme la violente éruption du Krakatoa en 1883 devrait vraisemblablement supplanter toute concurrence des incidences anthropiques. Récemment, Koerner et Fisher (1979) ont suggéré la possibilité que le refroidissement climatique puisse se prolonger jusque dans le prochain siècle, à partir de leur analyse des carottes de glace prélevées en plusieurs endroits des îles arctiques. Bradley (1973), dans un examen des fluctuations climatiques saisonnières de l'île de Baffin, en est venu à la conclusion qu'un changement important s'est produit dans les années 60, puisque les hivers ont été plus doux et les précipitations plus fortes, tandis que les températures estivales étaient plus fraîches. Le bilan de cette situation aura tout simplement été un englacement accru dans la région.

Le rapport qui existe entre les fluctuations de température et l'état des glaces n'est pas toujours univoque. Jacobs et coll. (1979) ont étudié les changements récents d'année en année dans les températures saisonnières et dans les conditions de glace de mer dans l'est de l'Arctique; ils ont conclu que les conditions des glaces dans la mer de Baffin ne correspondaient pas très bien aux variations de températures régionales. Certains phénomènes synoptiques et les vents qui en résultent semblent provoquer plus de changements dans l'état de la mer de Baffin que ne le fait la température régionale.

Certains épisodes tant de refroidissement que de réchauffement continueront à se produire à brève échéance. Les spécialistes des sciences de l'atmosphère sont d'avis que des conditions relativement plus douces devraient vraisemblablement commencer à dominer dans l'Arctique, à partir de la première moitié du prochain siècle. Ceci pourrait allonger la période annuelle de forage jusqu'en novembre, soit l'époque de pointe des tempêtes, en automne. Bien qu'au cours des trente dernières années, novembre ait été la période de tempêtes la plus intense, les conditions de pointe de perturbations pourraient se déplacer en décembre si la saison climatique estivale était allongée.

Le domaine des prévisions climatologiques ne comporte encore aucune méthode reconnue, mais Maxwell et coll. (1980) en sont venus à la conclusion que les meilleurs renseignements qui existent actuellement indiquent qu'à long terme, la tendance est au réchauffement. Cette tendance devrait cependant être tellement progressive qu'on ne devrait assister à aucun changement important dans les régimes synoptiques et les régimes de glace de mer pendant encore au moins 15 ans. Entre-temps, des tendances à plus court terme devraient produire des périodes de temps plus froid ou plus doux.

## 12.0 RÉFÉRENCES


Alt, B.T. (1978). Synoptic climate controls of mass-balance variances on Devon Island ice cap. Arctic and Alpine Res. 10, 61-80.

Aber, P.G. et E. Vowinckel (1972). Evaluation of North Water spring ice cover from satellite photographs. Arctic, 25, 263-271.

Service de l'environnement atmosphérique (1976). Facteur de froideur du vent. Broch. non paginée. Toronto (Ont.) 4 p.

Berry, M.O., P.M. Dutchak, M.F. Lalonde, J.A.W. McCulloch, et I. Savdie (1975). A study of weather, waves and icing in the Beaufort Sea. Proj. de la mer de Beaufort, rapp. techn. n° 21, Victoria (C.-B.) 156 p.

Bliss, L.C. (1972). IBP high Arctic ecosystem study Devon Island. Arctic, 25, 151-161.

Bradley, R.S. (1973). Seasonal Climatic Fluctuations on Baffin Island during the Period of Instrumental Records. Arctic, 26, (n° 3), 230-243.

Bretschneider, C.L. (1966). Monogran for wave height and period. U.S. Army Coastal Eng. Res. Cent., Shore Prot. Plann. and Des. Rapport technique n° 4.

Ministère des Transports, Dir. de la mét. (1970). Climate of the Canadian Arctic. Ministère de l'Energie, des Mines et des Ressources, serv. d'hydr., Bur. des sc. de la mer, Ottawa, 71 p.

Duck, P.J., M. O. Berry et D.W. Phillips (1977). A preliminary analysis of weather and weather-related factors in Lancaster Sound. Manuscrit inédit. Direction de la météorologie appliquée, Service de l'environnement atmosphérique. Downsview (Ont.) 29 p.

Duck, P.J. (1979). An analysis of wind, waves, and structural icing in northwestern Baffin Bay. Manuscrit inédit. Section de l'Arctique, Service de l'environnement atmosphérique. Downsview (Ont.) 26 p.

Dunbar, Moira (1979). Fall ice drift in Nares Strait, as observed by sideways-looking airborne radar. Arctic, 32, 283-307.

Dunbar, Moira (1969). The geographical position of the North Water. Arctic, 22, (n° 4), 438-441.

Dunbar, M.J. (1976). Climatic Change and Northern Development. Arctic, 29, (n° 4), 183-194.

Fissell, D.B., D.D. Lemon of J.R. Birch. (1981). The Physical Oceanography of Western Baffin Bay and Lancaster Sound. Étude environnementale, n° 25, 293 p.

Fraser, D.B. (1973). Synoptic weather patterns over the Arctic. in Wilson, H.P. Arctic operational meteorology, a study guide for Arctic weather forecasters. Arct. Weather Cent. Edmonton (Alb.) p. 349-367.

Heath, E.D. et L.M. Cantrell (1972). Aircraft icing climatology for the northern hemisphere. USAF Air Weather Service, Rapport technique n° 220, 73 p.

Headley, A.N. (1979a). Climatic analysis of Craig Harbour N.W.T. Manuscrit inédit. Division des services de climatologie, Service de l'environnement atmosphérique, Downsview (Ont.) 25 p.

Headley, A.N. (1979b). Climatic analysis of Dundas Harbour N.W.T. Manuscrit inédit. Division des services de climatologie, Service de l'environnement atmosphérique, Downsview (Ont.) 24 p.

Hill, S.M., D.B. Fissell et H. Serson. (1978). A study of wind and atmospheric pressure in eastern Parry Channel, N.W.T. - summer 1977. Inst. Ocean Sci. Pac. Mar. Sci. Rapport 78-21. Sidney (C.-B.) 59 p.

Huschke, R.E. (1969). Arctic cloud statistics from "air-calibrated" surface weather observations. Rand Corp. Santa Monica (Calif.)

Jacobs, J.D. et J.P. Newell (1979). Recent year-to-year variations in seasonal temperatures and sea ice conditions in the eastern Canadian Arctic. Arctic, 32, (n° 4), 345-354.

Jakobsson, T. (1979). Wind experiment in Barrow Strait, N.W.T. CCC, Service de l'environnement atmosphérique. Rapport n° 79-6. Downsview (Ont.) 13 p.

Keeler, C.M. (1964). Relationship between climate, ablation, and run-off on the Sverdrup Glacier, 1963, Devon Island, N.W.T. Arct. Inst. North Am. Res. Etude n° 27, 80 p.

Koerner, R.M. et D.A. Fisher (1979). Liquified natural gas tanker transport through Parry Channel and climatic change. Ministère de l'Energie, des Mines et des Ressources. Projet de la plate-forme continentale polaire. Rapport n° 19. 19 p. + 7 fig.

Lachapelle, A.P. (1980). Winds and waves in Lancaster Sound. Manuscrit inédit. Rapport intérimaire. Centre de climatologie du Canada. Service de l'environnement atmosphérique. Downsview (Ont.) 30 p.

Marex, (1973). Environmental conditions in Baffin Bay and Davis Strait. Rapport n° 35-2 à l'Arct. Pet. Oper. Assoc. Calgary (Alb.) 17 p.

Marko, J.R. (1982). The Ice Environment of Eastern Lancaster Sound and Western Baffin Bay. Etude environnementale, n° 26, 215 p.

Maxwell, J.B. (1980). The climate of Lancaster Sound. Préparé pour l'étude régionale du détroit de Lancaster, manuscrit inédit. Centre de climatologie du Canada. Service de l'environnement atmosphérique, Downsview (Ont.) 18 p.

Maxwell, J.B. (1980). Le climat des îles arctiques et des eaux adjacentes du Canada, vol. 1, Centre climatologique du Canada, Service de l'environnement atmosphérique, Etude climatologique n° 30, Downsview (Ont.)

Maxwell, J.B., P.J. Duck, R. B. Thomson et G.G. Vickers. (1980). The climate of northwestern Baffin Bay. Manuscrit inédit. Centre de climatologie du Canada, Service de l'environnement atmosphérique, n° 80-2. Downsview (Ont.) 105 p.

Mertins, H.O. (1968). Icing of fishing vessels due to spray. Marine Observer, 38, 128-130.

Milne, A.R. et B.D. Smiley. (1978). Offshore drilling in Lancaster Sound - possible environmental hazards. Institut des sciences océanographiques, ministère des Pêches et de l'Environnement, Sidney (C.-B.) 95 p.

Muller, F., P. Berger, R. Braithwaite, H. Ito, A. Ohmura, K. Schroff, et K. Steffen. (1978). Report on North Water Project activities, 1 October 1976 to 30 April 1978. Rapport inédit, Institut de technologie de la Suisse fédérale à Zurich et Université McGill à Montréal (Qué.) 152 p.

Muller, F., P. Berger, H. Ito, A. Ohmura, K. Schroff, et K. Steffen. (1980). Glaciological and Climatological Investigation of the North Water Polynia in Northern Baffin Bay. Report on North Water project activities, 1 April 1978 to 31 December 1979. Rapport inédit, Institut fédéral suisse de technologie, Zurich et Université McGill, Montréal, (Qué.) 123 p.

Rae, R.W. (1951). Climate of the Canadian Arctic Archipelago. Min. des Transports du Can., Div. de mét., Toronto, 90 p.

Sowden, W.J. (1979). Ice climatology of Lancaster Sound. Manuscrit inédit. Div. de la climatologie des glaces appliquées, Serv. de l'environnement atmosphérique. Downsview (Ont.).

Thom, H.C.W. (1971). A symptotic value distribution of wave heights in the open ocean. J. Mar. Res., 29, 19-27.

Thompson, W.C. (1980). The wind climate of northwestern Baffin Bay. Manuscrit inédit. Petro-Canada. Calgary (Alb.) 4 p.

Thomson, R.B. et G.G. Vickers. (1980). Extreme storm study, of northwestern Baffin Bay. Centre de météorologie arctique, Service de l'environnement atmosphérique, Edmonton (Alb.) 28 p.

Woodrow, R.J. (1972). Climatic Report for Pond Inlet, N.W.T. Service de l'environnement atmosphérique, rapport inédit, série n° 8 sur les projets de l'Arctique, Toronto, 12 p.